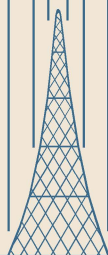


МАССОВАЯ
РАДИО-
БИБЛИОТЕКА



В.Н.ДОГАДИН и Р.М.МАЛИНИН

**КНИГА
СЕЛЬСКОГО
РАДИОФИКАТОРА**



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ
РАДИО

БИБЛИОТЕКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 94

В. Н. ДОГАДИН, Р. М. МАЛИНИН

КНИГА СЕЛЬСКОГО РАДИОФИКАТОРА



Scan AAW



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1951 ЛЕНИНГРАД

Книга рассчитана на сельского радиофикатора-общественника.

Читатель знакомится в ней с принципами вещания по радио и по проводам, с деталями радиоаппаратуры, с приемниками и усилителями, применяемыми в сельской радиофикации, и физическими явлениями, происходящими в них. Даются указания по обращению с детекторными и ламповыми приемниками, устройству приемных антенн, установке приемников и аппаратуры радиотрансляционных узлов, а также оборудованию воздушных и подземных радиотрансляционных линий в сельских местностях.

Изложение ведется в расчете на читателя, имеющего знания физики и математики в объеме курса неполной средней школы.

Редактор Д. А. Конашинский

Техн. редактор А. М. Фридкин

Сдано в набор 5/IX 1950 г.

Бумага $84 \times 108^{1/2} = 4^{1/2}$ бумажных—14,76 п. л. + 2 вклейки

T-00442

Тираж 15 000

Подп. к печ. 19/I 1951 г.

27 уч.-изд. л.

Зак. 266

Типография Госэнергиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Огромные успехи достигнуты нашей Родиной в годы послевоенной Сталинской пятилетки.

Пятилетним планом было установлено, что продукция всей промышленности Советского Союза в 1950 г. должна увеличиться на 48% по сравнению с предвоенным 1940 г., но уже за десять месяцев 1950 г. довоенный уровень по выпуску валовой продукции промышленности превышен на 70%.

Растет и крепнет социалистическое сельское хозяйство. Валовой урожай зерновых культур в 1950 г. превышает уровень довоенного 1940 г. на 300 с лишним миллионов пудов.

С величайшим воодушевлением борется колхозное крестьянство за выполнение великого Сталинского плана преобразования природы. За два года в лесных и лесостепных районах европейской части СССР произведены лесонасаждения на площади 1 300 тысяч гектаров. Построено несколько тысяч прудов и водоемов.

С огромным подъемом встретил советский народ принятые по инициативе товарища Сталина постановления Совета Министров Союза ССР о строительстве Куйбышевской, Сталинградской, Каховской, Цимлянской гидроэлектростанций, Главного Туркменского, Южно-Украинского, Северо-Крымского, Волго-Донского судоходного каналов и об орошении земель районов Прикаспия, южных районов Украины, северных районов Крыма, Ростовской и Сталинградской областей.

Одновременно с ростом промышленности и сельского хозяйства страны социализма, с внедрением новой техники на заводах и в колхозном производстве неуклонно растет благосостояние трудящихся, увеличиваются культурные запросы тружеников города и села.

Успехи народного хозяйства Союза ССР сделали вполне реальной задачу в течение ближайших лет завершить сплошную радиофикацию нашей страны.

По почину московских большевиков с 1948 г. развернулось движение за массовую радиофикацию советской колхозной деревни. В Курской, Свердловской, Орловской, Горьковской, Куйбышевской, Ульяновской, Псковской и во многих других областях и краях Советского Союза радиофикация проводится методами народныхстроек. Под руководством большевистской партии, при непосредственном участии комсомола, доброволь-

ного общества содействия армии (ДОСАРМ), профессиональных союзов и других культурно-просветительных и общественных организаций трудящихся в деле сплошной радиофикации села одержаны уже большие победы. К настоящему времени радиофицированы многие тысячи сел. Выросли массовые кадры радиофикаторов-общественников. Но предстоит сделать еще больше. Текущее пятилетие должно подвести нас к завершающему этапу сплошной радиофикации. Успешное выполнение этой задачи возможно только в первую очередь при условии дальнейшего роста кадров радиоспециалистов и радиофикаторов-общественников и неуклонного повышения их радиотехнической квалификации. «Кадры решают все» — эти слова нашего вождя и учителя товарища Сталина нужно твердо помнить всем нашим организациям, занимающимся радиофикацией.

В деле подготовки кадров радиофикаторов-общественников большая работа предстоит прежде всего организациям ДОСАРМ, призванным Партией и Правительством руководить радиолюбительским движением. Для подготовки кадров сельских радиофикаторов необходима специальная радиотехническая литература. К сожалению, такой литературы выпускается еще недостаточно.

Эта книга является попыткой изложить в элементарной форме основы радиотехники применительно к условиям сельской радиофикации, познакомить читателя с наиболее распространенными на селе радиоприемниками, рассказать, как устанавливать эти приемники и антенны для них, научить грамотно пользоваться радиоприемными установками, разбираться в том, как они работают, и, наконец, познакомить читателя с техникой вещания по проводам, с устройством станций, линий и абонентских точек сельских радиотрансляционных узлов.

Книга рассчитана на читателя, имеющего общеобразовательную подготовку по физике и элементарной математике в объеме неполной средней школы.

Первые восемь глав книги написаны Р. М. Малининым, девятая, десятая и одиннадцатая главы книги написаны В. Н. Догадиным; введение написано совместно.

Авторы выражают благодарность В. И. Шамшуру за предоставленный им материал по истории отечественной радиотехники, а также за советы по составлению этого раздела.

Отзывы и замечания по этой книге просим направлять по адресу: Москва, 114, Шлюзовая набережная, 10, Государственное энергетическое издательство.

Авторы

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	7
Г л а в а п е р в а я. Микрофоны, телефоны и громкоговорители	
1-1. Как возникает и распространяется звук	17
1-2. Как мы слышим	18
1-3. Об искажениях при радиопередаче	20
1-4. Как работает телефон	22
1-5. Электродинамические микрофоны	27
1-6. Динамические громкоговорители	28
1-7. Электромагнитный громкоговоритель „Рекорд“	33
1-8. Пьезоэлектрические громкоговорители и телефоны	35
1-9. Граммофонные звукозаписывающие аппараты	36
Г л а в а в т о р а я. Как происходит радиопередача и как осуществляется радиоприем	
2-1. Излучение и распространение радиоволн	38
2-2. Радиотелефонная передача	44
2-3. Радиоприем	46
2-4. Колебательные контуры и явление резонанса	49
2-5. Атмосферные и промышленные помехи радиоприему	56
Г л а в а т р е т ь я. Детекторные приемники	
3-1. Детекторный приемник „Комсомолец“	57
Г л а в а ч е т в е р т а я. Приемные антенны	
4-1. Выбор места для антенны	60
4-2. Мачты для подвески антенны	61
4-3. Устройство заземления	64
4-4. Г-образная антенна	64
4-5. Ввод антенны и установка грозопереключателя	67
4-6. Антенны других типов	68
Г л а в а п я т а я. Электронные лампы	
5-1. Основные типы электронных ламп	69
5-2. Катоды электронных ламп	72
5-3. Двухэлектродные лампы	73
5-4. Диодный детектор	76
5-5. Кенотронные выпрямители	76
5-6. Газотроны и газотронные выпрямители	81
5-7. Устройство трехэлектродных ламп	84
5-8. Характеристики трехэлектродных ламп	85
5-9. Параметры трехэлектродных ламп	87
5-10. Пентоды	90
5-11. Пентоды с переменной крутизной характеристики	95
5-12. Лучевые тетроды	96
5-13. Индикатор настройки	97
5-14. Гептод	99
5-15. Простейшие усилители с электронными лампами	100
Г л а в а ш е с т а я. Элементы схем ламповых радиоприемников и усилителей	
6-1. Классификация приемников и усилителей	103
6-2. Сеточное детектирование	106
6-3. Элементы настройки радиоприемников	109

6-4. Регенеративный приемник	113
6-5. Усиление высокой частоты	116
6-6. Супергетеродины	121
6-7. Оконечный каскад усиления низкой частоты	128
6-8. Предварительное усиление низкой частоты	130
6-9. Двухтактный усилитель	134
6-10. Инверсные каскады	138
6-11. Отрицательная обратная связь	140
6-12. Схема уменьшения фона	142
6-13. Селеновый выпрямитель	143

Глава седьмая. Радиослушательские ламповые приемники

7-1. Приемники „Родина“ и „Родина-47“	145
7-2. Приемники „Москвич-В“ и АРЗ-49	154
7-3. Приемник „Рига В-912“	158
7-4. Приемник „Искра-49“	160
7-5. Уход за радиоприемниками	161

Глава восьмая. Приемники радиотрансляционных узлов

8-1. Приемник ПТБ-47	163
8-2. Приемник ПГС-47	164

Глава девятая. Станции радиотрансляционных узлов

9-1. Станционное оборудование малоомощного радиотрансляционного узла	166
9-2. Оборудование станции 100-ваттного радиотрансляционного узла	174
9-3. Оборудование станции мощного радиотрансляционного узла	184
9-4. Общие сведения по эксплуатации станционного оборудования	198
9-5. Отъезды и устранение повреждений в станционном оборудовании	195

Глава десятая. Источники электропитания радиоприемников и радиотрансляционных узлов

10-1. Гальванические элементы и батареи	203
10-2. Электрические аккумуляторы	210
10-3. Электрические генераторы	219
10-4. Ветроэлектрические установки	225
10-5. Электростанции радиотрансляционных узлов с тепловыми двигателями	225

Глава одиннадцатая. Радиотрансляционные сети

11-1. Типы радиотрансляционных линий	232
11-2. Устройство столбовых радиотрансляционных линий и абонентской проводки	235
11-3. Устройство подземных радиотрансляционных линий и абонентских точек от них	267
11-4. Нагрузка радиотрансляционных линий	269
11-5. Обслуживание радиотрансляционных сетей	273
Сокращенные обозначения единиц измерения	282
Сокращенные обозначения слов, применяемые в тексте	283
Литература	284
Алфавитные указатели	285

ВВЕДЕНИЕ

Россия—родина радио¹

7 мая 1895 г. великий русский ученый Александр Степанович Попов на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге продемонстрировал изобретенную им радиостанцию.

Этому изобретению предшествовал длительный период теоретических исканий и напряженных исследований, оно было подготовлено всем предшествующим ходом развития электротехники, в котором передовую роль играли русские ученые Лодыгин, Яблочков, Якоби, Доливо-Добровольский и другие.

Основываясь на работах своих предшественников, А. С. Попов своим изобретением положил начало развитию новой отрасли науки и техники — радио, еще раз показал, что русская наука является наукой передовой. Имя Попова встало рядом с именами Ломоносова, Кулибина, Ползунова, Менделеева, Лобачевского, Павлова и Мичурина.

Русское изобретение, доставившее славу его творцу и передовой русской науке, после смерти изобретателя стало предметом спекуляции и наживы иностранных предпринимателей.

Рост и развитие радио в дореволюционной России вплоть до Великой Октябрьской социалистической революции искусственно тормозились царскими чиновниками, преклонявшимися перед всем иностранным. Они мешали работам русских ученых и инженеров в области радио, в то же время всячески способствуя иностранным дельцам и спекулянтам вроде Маркони, укравшего гениальное изобретение А. С. Попова.

Радио на службе Великой Октябрьской социалистической революции

Ленин и Сталин, основатели и организаторы Советского государства, сразу же оценили огромные возможности радио как массового средства пропаганды и агитации, как незамечимого способа распространения знаний и приобщения народных масс к культурным достижениям.

С первых же дней революции радиотелеграф получил большое значение как средство передачи распоряжений и сообщений Советского Правительства, сыграл огромную роль в развертывании революционных событий в стране. Социалистическая революция превратила радиотелеграфные передатчики в мощное оружие большевистской пропаганды.

В период развития революционных событий, в наиболее напряженные политические моменты Ленин неоднократно пользовался радиосвязью.

9 ноября 1917 г. радиостанция Петроградского военного порта передала написанное Лениным воззвание о мире, адресованное всем полковым, дивизионным, армейским и другим комитетам, всем солдатам революционной армии и матросам революционного флота.

¹ Подробнее история изобретения радио изложена в книге А. И. Берга и М. И. Радовского, Изобретатель радио — А. С. Попов, Госэнергоиздат. 1949 г.

12 ноября была послана «всем, всем, всем» составленная Владимиром Ильичем радиogramма с сообщением о том, что Съезд Советов принял декреты о переходе всех помещичьих земель в руки крестьянских комитетов и о предложении демократического мира.

1 марта 1918 г. В. И. Ленин приказывает передать по радио составленный им «приказ всем солдатам» с предупреждением о готовящемся разрыве мирных переговоров.

Ленинский план радиотехники

21 июня 1918 г. В. И. Ленин подписал декрет Совнаркома «О централизации радиотехнического дела». Этот декрет стал одним из краеугольных камней, заложенных Владимиром Ильичем в создание советского радио.

Вторым декретом о радио, подписанным Владимиром Ильичем 2 декабря 1918 г., было «Положение о радиолaborатории с мастерской НКТП». «Положение» дало программу работ в области советской радиотехники на много лет вперед.

Созданная по ленинскому указанию Нижегородская радиолaborатория сыграла огромную роль в деле собиpания научных кадров радиоспециалистов, в деле развития отечественной радиотехники. При постоянной помощи В. И. Ленина Нижегородская радиолaborатория вскоре стала организующим центром научной мысли, первым научно-исследовательским учреждением, сочетавшим теорию с практикой.

В лаборатории были разработаны электронные лампы для радиопередатчиков и радиоприемников, изготовлялись детали для первых советских радиопередатчиков, было начато производство аппаратуры для приемных радиостанций. Отсюда началась и продолжается цепь достижений советской радиотехники.

Уже в конце 1919 г. проф. М. А. Бонч-Бруевич¹ успешно проводил опыты по радиотелефонной передаче. Дальность действия радиотелефонного передатчика непрерывно увеличивалась. Из многих мест поступали телеграммы: «Слышали человеческий голос по радио. Объясните».

Когда Владимир Ильич узнал о результатах этих опытов, он с genialной прозорливостью сразу оценил огромное значение работ советского ученого. 5 февраля 1920 г. В. И. Ленин пишет известное всем радиоспециалистам письмо М. А. Бонч-Бруевичу.

«Газета без бумаги и без расстояний, которую Вы создаете, будет великим делом. Всяческое и всемерное содействие обещаю вам оказывать этой и подобным работам».

Через месяц с небольшим Ленин подписал постановление Совета Труда и Оборонь, которое поручало «Нижегородской радиолaborатории Наркомпочтеля изготовить в самом срочном порядке, не позднее двух с половиной месяцев, центральную радиотелефонную станцию с радиусом действия 2 000 верст».

При активной помощи Владимира Ильича строительство первой советской радиотелефонной станции было успешно завершено.

С помощью этой радиотелефонной станции был установлен тогда мировой рекорд дальности радиотелефонной передачи. Голос Москвы был отлично слышен в Берлине. Этот рекорд воочию показал достижения советской радиотехники, развивавшейся в очень тяжелых условиях граж-

¹ Руководитель Нижегородской радиолaborатории. Прим. ред.

данской войны, но шедшей своими самостоятельными путями и успешно обогнавшей границу.

Одновременно с Нижегородской радиолaborаторией успешные опыты по радиотелефонированию велись в Казани, в лаборатории 2-й базы радиоформирований, организованной в 1919 г. Там же разрабатывался усилитель и громкоговоритель.

Узнав о работах Казанской базы радиоформирований, Владимир Ильич дает следующие указания:

«Я читаю сегодня в газетах, что в Казани испытат¹ (и дал прекрасные результаты) рупор, усиливающий телефон и говорящий толпе.

Проверьте через Острякова¹. Если верно, надо поставить в Москве и Питере, и кстати проверьте всю их работу.

Пусть дадут мне краткий письменный отчет:

1. Календарная программа их работы.

2. То же — говорящей телефонной станции на 2 000 верст в Москве. Когда будет готова.

3. То же — приемники. Число изготавливаемых.

4. То же — рупоры.

Привет! Ленин»².

В 1921 г. два усилителя из Казанской базы радиоформирований были доставлены в Москву. Телефон с рупором был установлен на балконе здания Моссовета. Передача его была слышна на противоположном конце площади.

В день открытия Конгресса Коминтерна в 1921 г. на Театральной, Серпуховской, Елоховской и Андроньевской площадях Москвы, на Девичьем поле и у Пресненской заставы из рупоров, подвешенных на столбах, раздавалась человеческая речь — шла передача последних известий Роста. В дальнейшем каждый вечер на площадях можно было слышать газету Роста, передача которой чередовалась иногда с выступлением оратора или лекцией на злободневную тему. Это было зарождением советского вещания по проводам.

В письме Иосифу Виссарионовичу Сталину 19 мая 1922 г. Владимир Ильич Ленин писал:

«Предлагаю вынести постановление по ассигновке сверх сметы в порядке экстраординарном до 100 тысяч рублей золотом из золотого фонда на постановку работ Нижегородской радиолaborатории, с тем, чтобы максимально ускорить доведение до конца начатых ею работ по установке вполне пригодных громкоговорящих аппаратов и многих сотен приемников по всей Республике, способных повторять для широких масс речи, доклады и лекции, произносимые в Москве или другом центре»³.

В этих ленинских словах заложена великая идея организации и развертывания советского радиовещания.

В исполнение ленинских указаний в августе 1922 г. в Москве была открыта построенная Нижегородской радиолaborаторией самая мощная в мире телеграфно-телефонная радиостанция мощностью в 12 квт. В это

¹ Крупный советский радиоспециалист. В тот период — ведущий работник Нижегородской радиолaborатории. Прим. ред.

² Ленинский сборник, XXIII, стр. 211.

³ „Правда“ от 21 января 1949 г.

время в Париже и Кенигсвустергаузене под Берлином работали радиостанции мощностью только до 5 *квт*, а в Нью-Йорке станция мощностью 1,5 *квт*. 17 сентября 1922 г. через Московскую радиостанцию был передан первый большой радиоконцерт. Этим был завоеван приоритет советского радиовещания. Английские и французские радиостанции начали радиовещание лишь в ноябре—декабре 1922 г., а немецкие—в октябре 1923 г.

Радиолубительство и массовая радиофикация

По инициативе товарища Сталина 28 июня 1924 г. Совет Народных Комиссаров Союза ССР издал постановление, разрешающее установку радиоприемников всем гражданам и организациям. Вскоре после этого постановления отечественная радиопромышленность приступила к выпуску ламповых радиоприемников и громкоговорителей. Во второй половине 1924 г. начал издаваться массовый журнал «Радиолубитель». В первых его номерах были описаны простые самодельные детекторные приемники, изготовленные С. И. Шалошиниковым и Н. И. Огановым, а затем были напечатаны описания и самодельных ламповых радиоприемников и громкоговорителей. Множество радиолубителей в городе и на селе с воодушевлением принялось за самостоятельное изготовление радиоприемников. Радиоприемники начали быстро внедряться в быт колхозной деревни.

На XV съезде партии товарищ Сталин, подчеркивая в своем докладе роль радио и кино в повышении культурного уровня, говорил:

«В самом деле, отчего бы не взять в руки эти важнейшие средства и не поставить на этом деле ударных людей из настоящих большевиков, которые могли бы с успехом раздуть дело»¹.

Выполняя указания большевистской партии, отечественная радиопромышленность осваивала и выпускала из производства все большее количество и все более совершенных образцов радиоаппаратуры, предназначенной для радиофикации города и деревни: радиоприемников, громкоговорителей, усилителей.

Вместе с тем росли и повышали свою квалификацию радиолубители.

Самодельные радиоприемники также становились все совершеннее и сложнее.

С развитием радиолубительства началось строительство радиовещательных станций во многих других городах Советского Союза.

В 1931 г. начала работать сверхмощная 500-киловаттная радиовещательная станция им. Коминтерна. Станция такой же мощности была построена в США лишь через год и заимствовала многое у своей советской предшественницы.

К 1940 г. в Советском Союзе работало уже несколько десятков радиовещательных станций и насчитывалось около миллиона радиоприемников.

Во время Отечественной войны голос великого вождя и полководца товарища Сталина не раз звучал по радио, ободрял советский народ, говоря о текущих задачах, мудро и уверенно анализируя ход событий. Когда «наступил и на нашей улице праздник», по радио всему миру стали все чаще и чаще доноситься слова Сталинских приказов, грохот салютов в честь побед героической Советской армии.

Огромное мобилизующее значение докладов и выступлений товарища Сталина заключалось не только в том, что его слова одновременно доходили до всего советского народа. Особое значение имело то обстоя-

¹ Стенографический отчет XV съезда ВКП (б), Партиздат, 1935 г., стр. 69.

тельство, что каждый слушатель слышал спокойный, уверенный голос вождя. Он говорил как бы с каждым и одновременно со всеми. Это создавало исключительную доходчивость его слов до широчайших масс слушателей, рождало настоящую связь народа со своим учителем и руководителем, вызывало необычайный подъем во всей стране.

Через сеть мощных радиовещательных станций, построенных до войны и продолжавших строиться в годы Великой Отечественной войны, население нашей Родины и все народы мира узнавали о положении на фронтах, о великих победах Советской армии, о важнейших международных событиях. Радиовещание незримыми нитями связывало тыл с фронтом и фронт с тылом, содействовало укреплению воли к победе и мобилизации всех сил на помощь фронту.

Немецко-фашистские захватчики в районах, временно подвергавшихся оккупации, разрушили многие радиостанции и уничтожили радиоприемную сеть.

Горячая Сталинская забота о коммунистическом воспитании и культурном росте трудящихся выражалась в послевоенный период не только в быстром восстановлении радиохозяйства, но и в дальнейшем широком развитии радиовещательной сети Советского Союза. Еще во время войны наша отечественная промышленность готовилась к выпуску радиовещательных приемников и громкоговорителей новых совершенных типов. Сразу по окончании войны начался выпуск этой аппаратуры.

Дальнейшее развитие приемной сети в годы послевоенной Сталинской пятилетки привело к тому, что к 1949 г. общий уровень радиофикации нашей Родины превзошел довоенный. В стране стало больше приемных точек, чем в довоенные годы.

Вещание по проводам

Одновременно с развитием сети радиовещательных станций и радиоприемной сети появились в Советском Союзе радиотрансляционные узлы, использующие проводные линии для передачи по ним вещательных программ.

Первые радиотрансляционные узлы начали создаваться в Москве в 1924—1925 гг. Вслед за Москвой стала развиваться радиофикация в других городах, а также и в сельских местностях. Радиопромышленность начала выпускать специальные мощные усилители и другую аппаратуру для радиотрансляционных узлов. В 1940 г. в Советском Союзе работало уже несколько тысяч радиотрансляционных узлов, которые обслуживали до 6 млн. радиотрансляционных точек в городе и на селе (в 1928 г. их было всего 22 тыс.).

Радиотрансляционные узлы оказались неоценимым средством информации населения в годы Великой Отечественной войны.

К настоящему времени по количеству радиотрансляционных узлов довоенный уровень значительно превзойден. В послевоенные годы проведена коренная реконструкция и значительное увеличение мощности существующих радиотрансляционных узлов.

За сплошную радиофикацию колхозной деревни

В результате заботы большевистской партии и вождей советского народа Ленина и Сталина миллионы граждан, живущих по всей территории нашей Родины вплоть до самых отдаленных ее уголков, получили воз-

возможность слушать радиопередачи из Москвы и из других культурных центров страны.

Советское радиовещание вместе с вещанием по проводам сделалось важнейшим средством коммунистического воспитания народа, повышения его культуры и знаний. Оно служит средством культурного отдыха, украшает быт советских людей. Руководствуясь указаниями товарища Сталина, советское радиовещание вносит огромный вклад в дело борьбы за мир, против поджигателей новой войны. К голосу советских радиостанций, к голосу правды и мира прислушиваются все, у кого бьется жаждающее свободы и счастья человеческое сердце, все простые люди мира. В отличие от этого в капиталистических странах радиовещание служит средством отвлечения трудящихся масс от окружающей их неприглядной действительности, средством создания военного психоза.

Американское радиовещание пытается отравить политически остальные слои американского народа ядом шовинизма, ведет разнузданную пропаганду расовой дискриминации и мракобесия, старается развратить вкусы народа, возбудить у радиослушателей низменные интересы.

Разные «голоса Америки», «би-би-си»¹ и их подголоски из Парижа, Белграда и всех маршаллизованных стран пытаются залить весь мир мутными потоками лжи и клеветы, ведут неприкрытую пропаганду новой войны.

Быстрый рост мощи социалистического государства и подъем культуры его народа предъявляют к радиофикации новые повышенные требования. Советские люди хотят, чтобы в каждом колхозном доме было радио, чтобы оно стало достоянием каждого советского человека. Привлечь новые тысячи любителей к участию в радиофикации страны—дело большой государственной важности.

Состоявшийся в марте 1949 г. XI всесоюзный съезд ВЛКСМ поставил перед комсомолом боевую задачу—активно участвовать в массовой радиофикации Советской страны. Самоотверженно трудясь, ведя за собой молодежь, комсомольцы полны решимости с честью бороться за то, чтобы наша страна в ближайшие годы стала страной сплошной радиофикации. Под руководством областных и районных партийных организаций, комсомольцы добиваются замечательных результатов в массовой радиофикации сельских районов. Они вносят в это свой большой вклад, отдают много энергии, творческих сил, личного труда.

Вслед за комсомольцами Москвы и Московской области блестящие успехи по радиофикации показали комсомольцы Курской, Горьковской, Псковской, Омской, Киевской, Харьковской и многих других областей.

Комсомольские организации нашей страны, руководствуясь решениями XI всесоюзного съезда ВЛКСМ, должны еще шире вовлечь комсомольцев и молодежь в активную борьбу за сплошную радиофикацию села. Надо энергичнее привлекать колхозную молодежь в радиолобительские кружки, к изучению радиотехники, к конструкторской работе по изготовлению радиоаппаратуры. Надо воспитывать кадры сельских радиодификаторов, помогая органам связи в подготовке радиостов-монтеров и радиотехников из комсомольцев и молодежи. Повсюду комсомольцы должны быть передовиками в проведении воскресников по строительству радиотрансляционных линий, по заготовке столбов, рытью траншей для подземных линий. Они должны проводить рейды по проверке хода строительства радиоузлов, по проверке работы радиоузлов и приемников, принимая меры к устранению обнаруженных недостатков.

¹ „Би-би-си“ — английская радиовещательная компания.

Радиолубительство всегда являлось тем неиссякаемым источником, из которого черпаются кадры советских радистов. И здесь — перед общественностью колхозной деревни — огромный непочатый край работы. Очень важно создать больше радиокружков в семилетних и средних школах, в домах пионеров, организовывать выставки радиолубительского творчества, привлекать пионеров и школьников к активному участию в радиофикации всеми возможными средствами школ и окрестных населенных пунктов.

Какие широкие возможности в деле сплошной радиофикации сельских местностей открываются перед каждым радиолубительским кружком, перед каждой сельской школой, видно на примере работы досармовского радиолубительского кружка Исаковской средней школы Вяземского района Смоленской области. В течение одного учебного года члены кружка изготовили около 300 детекторных приемников и установили их в домах колхозников. Школьники помогли также колхозникам установить в их домах около 300 заводских приемников. В своем обращении ко всем школьным радиокружкам и сельским радиолубителям исаковцы призвали организовать в каждой сельской школе радиокружок, сочетая пропаганду радиотехники и изучение теории с практической работой, с общественно-полезной деятельностью, содействующей радиофикации деревни. Они призвали все школьные радиокружки развернуть социалистическое соревнование за массовую радиофикацию села, принять на себя конкретные обязательства по изготовлению детекторных и продвижению в село заводских приемников.

Обращение исаковцев нашло самый широкий отклик.

В результате этого десятки тысяч колхозников получили возможность слушать радиопередачи. Установка 60 тысяч новых радиоприемников, ремонт 7,5 тысяч радиоприемников и многое другое были конкретными делами радиолубителей, заслужившими большую благодарность колхозников.

Как осуществляется передача вещания

Большинство вещательных передач по радио производится из специально оборудованных помещений — радиостудий. В радиостудиях устанавливаются микрофоны, которые преобразуют в электрический переменный ток воспроизведенные в радиостудии речь, пение, музыку и т. п. Эти электрические токи передаются по проводам в аппаратную радиовещательного узла, где они усиливаются и по проводам же передаются на радиовещательную станцию. Антенна радиовещательной станции излучает в пространство электромагнитную энергию — радиоволны, которые и осуществляют перенос на большие расстояния звуков, воспроизведенных в радиостудии. Проходящие в месте установки приемника радиоволны улавливаются приемной антенной и поступают в радиоприемник, громкоговоритель которого преобразует их в звуки, воспроизведенные в радиостудии.

При передачах из театров, из концертных зал, с площадей, со стадионов микрофоны выносятся в места, откуда должна производиться трансляция, и соединяются проводами с аппаратной радиовещательного узла, и дальше передача осуществляется так же, как и в первом случае.

Для передачи вещания по проводам место, откуда ведется передача, соединяется проводами — радиотрансляционными линиями — с местом, где слушают передачу.

У нас в Советском Союзе наиболее широкое применение получил комбинированный способ вещания — и по радио и по проводам. Например, ламповый радиоприемник, соединенный проводами с несколькими громкоговорителями (радиоточками), расположенными в соседних домах, дает комбинированный способ вещания: вначале передача от радиостанции до приемника происходит по радио, а от приемника к удаленным от него громкоговорителям — по проводам. Такой приемник с подключенными к нему громкоговорителями является простейшим радиотрансляционным узлом.

Так как приемник обладает относительно небольшой мощностью, то от него может нормально работать небольшое число громкоговорителей. Поэтому для радиофикации даже небольшого поселка надо усилить мощность, которую отдает приемник. Для этого к приемнику добавляют усилитель мощности. Таким образом, можно радиофицировать и территорию целого района с несколькими тысячами и даже десятками тысяч радиоточек.

Радиотрансляционные узлы за исключением самых маломощных позволяют передавать абонентам, т. е. владельцам радиоточек, не только радиопередачи, принятые приемником, но и производить местные передачи по проводам. Для этого на узле вместо радиоприемника подключают к усилительной аппаратуре микрофон. Микрофон преобразует речь, пение или музыку в электрические переменные токи, которые после их усиления передаются по радиотрансляционным линиям к абонентским радиоточкам, где они вновь преобразуются в звук.

Местные передачи можно осуществлять не только через микрофон, но и путем воспроизведения звукозаписи, для чего на узле необходимо иметь еще граммофонное устройство.

Все оборудование радиотрансляционного узла, служащее как для приема радиовещания и передачи его в радиотрансляционные линии, так и для передачи местного вещания, составляет станционное оборудование. Помещение, где установлено станционное оборудование, называется станцией узла. Все расходящиеся от станции узла радиотрансляционные линии образуют радиотрансляционную сеть.

Выбор метода радиофикации

Радиофикация при помощи радиотрансляционных узлов обладает рядом преимуществ, основные из которых следующие: а) многих радиослушателей обслуживает только одно станционное оборудование, стоимость которого вместе со стоимостью радиотрансляционной сети раскладывается на всех слушателей. Как правило, эта стоимость значительно меньше стоимости индивидуального радиоприемника; б) расход электроэнергии, приходящийся на одну радиоточку, во много раз меньше, чем при индивидуальном приеме. Кроме того, в неэлектрифицированной местности обеспечить электропитание узла значительно дешевле и проще, чем электропитание большого числа радиоприемников; в) система радиотрансляционных узлов требует для обслуживания того же количества радиослушателей несоизмеримо меньшего количества радиоламп, чем при системе индивидуальных ламповых приемников; г) слушатель освобождается от необходимости обслуживать свою приемную установку (радиоточку); д) возможность проведения местного (районного) вещания; е) в результате более квалифицированного обслуживания аппаратуры и лучшего ра-

диоприема может быть обеспечено лучшее качество воспроизведения передачи; ж) простота пользования радиоточкой.

Долголетняя практика строительства и эксплуатации радиотрансляционных узлов показала, что они являются надежным, простым и дешевым средством массовой радиофикации.

Система радиофикации с помощью индивидуальных радиоприемников обладает одним весьма ценным преимуществом, а именно, возможностью выбирать программы для слушания по желанию радиослушателя. Поэтому в нашей стране наряду со строительством радиотрансляционных узлов развивается и сеть радиоприемников индивидуального и коллективного пользования.

При радиофикации сельских местностей обычно ориентируются на совместное применение радиотрансляционных узлов и радиослушательских приемников. При этом используются радиотрансляционные узлы следующих типов: а) маломощный колхозный радиотрансляционный узел, предназначенный для обслуживания, как правило, одного населенного пункта; б) узел средней мощности, предназначенный для обслуживания группы малонаселенных пунктов или крупного населенного пункта; в) мощный радиотрансляционный узел районного значения, предназначенный для радиофикации всего района или значительной его части.

Чем крупнее, мощнее узел, тем затраты, приходящиеся на одну радиоточку, и годовые расходы по эксплуатации этой радиоточки, меньше. Но при этом следует иметь в виду, что выгоды от строительства и эксплуатации крупных узлов уменьшаются с уменьшением плотности населения, т. е. числа жителей на 1 км² территории района, из-за больших материальных затрат на линейное оборудование. Это объясняется тем, что крупный узел предназначается обычно для обслуживания многих удаленных друг от друга населенных пунктов, для чего необходимо сооружение радиотрансляционных линий большого протяжения с большими затратами проволоки, столбов, изоляторов и т. п. Поэтому наиболее крупные радиотрансляционные узлы помимо районных центров целесообразно строить в густонаселенных районах.

Возникает вопрос, целесообразно ли в областях с невысокой плотностью населения осуществлять радиофикацию только при помощи радиоприемников? При таком способе основным типом для сельских местностей мог бы быть приемник с питанием от батарей либо временно детекторный приемник.

Детекторные приемники, как не требующие электропитания и доступные для самодельного изготовления даже малоквалифицированному радиолюбителю, находят широкое применение в сельских местностях. Однако вследствие того, что детекторные приемники пока не позволяют осуществить громкоговорящий прием и слушатель должен пользоваться головным телефоном, их надо рассматривать как приемные точки, рассчитанные на период, переходный к более совершенным методам радиофикации. Кроме того, детекторный приемник может удовлетворительно работать только сравнительно на небольшом расстоянии от принимаемого радиопередатчика. Поэтому рассчитывать на повсеместное применение детекторных приемников не приходится. Тем не менее, задачей местных радиофицирующих организаций является всемерная популяризация детекторных приемников во всех тех сельских местностях, где на них возможен уверенный радиоприем, где строительство радиотрансляционных узлов в силу малой их эффективности будет осуществлено не в первую очередь.

Что касается батарейных радиоприемников, то из-за большого расхода батарей и радиоламп, радиофикация только при помощи таких радиоприемников оказалась бы практически весьма затруднительной. Возможно, что когда промышленность наладит выпуск новых высокоэкономичных источников электропитания, радиоламп с меньшим, чем в данное время, потреблением энергии и большим сроком их службы, безламповых радиоприемников для громкоговорящего приема и т. д., тогда радиоприемники получат большее распространение для массовой радиофикации. Пока же, как правило, более экономичным для населенных пунктов с десятками и сотнями домов (дворов) является строительство местного радиотрансляционного узла. Такой метод в сочетании с радиоприемниками индивидуального и коллективного пользования в областях с малой плотностью населения может обеспечить эффективную массовую радиофикацию села.

Задача радиофикации района и колхоза должна решаться в каждом отдельном случае технически грамотно и экономически целесообразно, чтобы радиослушатели получили возможность с наименьшими затратами и бесперебойно слушать радиопередачи громко и без искажений.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

МИКРОФОНЫ, ТЕЛЕФОНЫ И ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

1-1. Как возникает и распространяется звук

Прежде чем перейти к изучению техники радиопередачи и радиоприема, к ознакомлению с устройством радиоприемников, усилителей и других приборов, применяемых в радиовещании, необходимо уяснить, что такое звук, как он возникает и распространяется, как устроены и работают микрофоны, познакомиться с устройством и работой громкоговорителей.

Звуковые колебания. Если ударить по струне какого-либо струнного музыкального инструмента (например гитары, балалайки), то она придет в колебание, т. е. будет совершать быстрые движения то в одну, то в другую сторону от своего начального положения покоя. Пока струна колеблется, мы слышим звук, и чем больше размах колебаний струны, тем громче издаваемый ею звук.

Таким образом, колебания струны вызывают ощущение звука и поэтому носят название звуковых колебаний.

Период, частота и амплитуда колебаний. Время, в течение которого струна переместится из одного крайнего положения в другое крайнее положение и обратно в первое, называется периодом колебания, продолжительность которого обозначается буквой T . Число периодов колебания, совершаемых струной в 1 сек., называется частотой колебаний и обозначается буквой f . Период и частота связаны друг с другом соотношениями:

$$T = \frac{1}{f} \text{ или } f = \frac{1}{T}.$$

Частота колебаний измеряется в герцах (сокращенно *гц*). Если, например, струна совершает 435 колебаний в секунду, то говорят, что ее частота колебаний равна 435 *гц*.

Максимальное расстояние, на которое колеблющаяся струна отклоняется от своего положения покоя, носит название амплитуды колебания.

Звуковые волны. В воздухе, окружающем звучащую струну, возникают звуковые волны. Они образуются следующим образом. В то время, когда струна перемещается, например, вправо, она теснит вправо от себя соседние с ней молекулы газов, составляющих воздух, и этим создает «сгущение» частичек воздуха. Это увеличенное давление в некотором объеме воздуха передается дальше соседним его слоям, и в результате область «сгущенного» воздуха распространяется в окружающем пространстве. В следующий момент времени струна отклонится влево и вызовет вправо от себя разрежение воздуха (область пониженного давления), которое будет распространяться вслед за областью сгущенного воздуха. За раз-

режением воздуха опять последует «сгущение» (так как струна опять будет двигаться вправо) и т. д. Таким образом, при каждом колебании струны в воздухе возникнут одна область повышенного давления и одна область пониженного давления, которые будут удаляться от струны. Это явление и называется звуковыми волнами. Они несут в себе полученную от колеблющейся струны энергию и распространяются в воздухе со скоростью около 340 м/сек. Характерным признаком звуковых волн является перемещение воздушных частиц вдоль направления распространения волны. Такие волны носят название продольных волн.

1-2. Как мы слышим

Когда звуковые волны достигают нашего уха, они приводят в колебание барабанную перепонку. В тот момент, когда барабанной перепонки уха достигает «сгущение» звуковой волны, оно создает давление на барабанную перепонку и последняя несколько прогибается внутрь. Когда же барабанной перепонки достигает «разрежение» звуковой волны, то под действием этого разрежения барабанная перепонка выгибается несколько наружу. Так как сгущения и разрежения в звуковой волне следуют все время друг за другом, то и барабанная перепонка будет то прогибаться внутрь, то выгибаться наружу в такт с изменением звукового давления приходящей волны, т. е. барабанная перепонка будет совершать колебания. Колебания барабанной перепонки передаются через сложную систему среднего и внутреннего уха по слуховому нерву в мозг, и в результате мы слышим звук. Чем больше амплитуда колебаний струны и чем ближе к струне мы находимся, тем больше будет звуковое давление на барабанную перепонку, тем громче будет слышен звук.

Единицы звукового давления. Для измерения звукового давления служит единица давления — бар. Если на каждый квадратный сантиметр какой-либо поверхности действует сила в одну дину, то давление равно 1 бару¹. Громкоговоритель приемника при средней громкости звучания создает на расстоянии 1 метра (сокращенно м) от него звуковое давление в несколько бар.

Для измерения малых звуковых давлений применяется единица, в тысячу раз меньшая бара, — миллибар.

Сила звука. Чем больше создаваемое воздушной волной звуковое давление, тем больше сила (интенсивность) звука, причем она прямо пропорциональна квадрату звукового давления. Под силой (интенсивностью) звука понимают количество звуковой энергии в эргах, проходящее за 1 сек. через 1 квадратный сантиметр (сокращенно см²) поверхности, перпендикулярной к направлению движения волны².

Порог чувствительности уха. Ухо может услышать звук только в том случае, если звуковые волны создают давление на его барабанную перепонку не меньше некоторой определенной величины. Так, например, нормальное ухо человека начинает слышать звуки с частотами 1000—2000 гц только тогда, когда звуковое давление превышает порог чувствительности уха, равный около 0,2 миллибара. При других частотах звук делается слышимым при больших давлениях.

¹ Напомним, что дина — это единица силы. Сила в одну дину сообщает массе в один грамм ускорение один сантиметр в секунду.

² Напомним, что работу в один эрг производит сила в одну дину при перемещении точки ее приложения на 1 см по направлению этой силы.

Децибелы. Увеличение или уменьшение звукового давления или интенсивности звука в некоторое число раз не дает пропорционального увеличения или уменьшения ощущения громкости звука. Увеличение или уменьшение ощущения громкости приблизительно пропорционально логарифму отношения сравниваемых интенсивностей звуков¹.

В соответствии с этим в практике принята единица изменения ощущения громкости, носящая название децибел (сокращенно обозначается *дб*). Два звука с интенсивностями J_1 и J_2 дают разницу S в ощущении громкости их звучания

$$S = 10 \lg \frac{J_1}{J_2} \text{ дб.}$$

Для определения разницы в громкости двух звуков, один из которых создает давление величиной P_1 , а другой — P_2 , нужно пользоваться формулой

$$S = 20 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ дб.}$$

Пусть какой-либо звук создавал давление P_1 в 2 бара. Затем он стал затихать и создаваемое им звуковое давление уменьшилось до $P_2 = 0,02$ бара. Насколько уменьшилась громкость звучания в децибелах? Согласно предыдущим формулам находим:

$$S = 20 \lg \frac{2}{0,02} = 20 \lg 100 = 20 \cdot 2 = 40 \text{ дб.}$$

Высота тона. От частоты колебаний струны зависит высота звука или тона. Толстая и длинная струна колеблется сравнительно медленно; следовательно, она создает в течение секунды сравнительно небольшое количество сгущений и разрежений воздуха и мы слышим относительно низкий звук, тон. Частота колебаний более короткой и более тонкой струны будет больше и потому создаст более высокий звук, тон.

Речь и музыка представляют также звуковые колебания, причем с очень сложной комбинацией тонов различной высоты (частоты), непрерывно изменяющейся во время разговора или музыкального исполнения.

Тембр звука. Звук, воспринимаемый нашим ухом как тон определенной высоты, на самом деле состоит из многих разных тонов, частоты которых относятся друг к другу как целые числа 1:2:3:4 и т. д. Так, создаваемый струной тон с частотой 435 *гц* одновременно сопровождается дополнительными тонами с частотами $435 \times 2 = 870$ *гц*, $435 \times 3 = 1305$ *гц* и т. д. Эти дополнительные тона называются гармониками. Число, показывающее, во сколько раз частота гармоники больше основной частоты, называется номером гармоники. Например, для основной частоты 435 *гц* частота 870 *гц* будет второй гармоникой, частота 1305 *гц* — третьей гармоникой. По интенсивности звучания гармонии всегда слабее основного тона.

¹ Логарифмом данного числа называется показатель степени, в которую нужно возвести другое число, называемое основанием логарифма, чтобы получить данное число. Например, логарифм числа 100 при основании 10 равен 2, так как $10^2 = 100$. Это можно записать в следующем виде: $\lg_{10} 100 = 2$. В тех случаях, когда за основание принято число 10, основание при обозначении логарифма не ставят, а пишут: $\lg 100 = 2$, $\lg 1000 = 3$ и т. д.

Наличием и интенсивностью звучания гармоник обуславливается тембр звука, отличающий его от другого звука с той же основной частотой. Так, например, если при основной частоте 435 *гц* наиболее интенсивной является третья гармоника, звук приобретает один тембр. Если же наиболее интенсивной будет какая-либо другая гармоника, то звук приобретает другой тембр. Колебаниями с частотами выше основной обусловлены и те характерные шумы, которые свойственны тому или другому голосу или музыкальному инструменту (шепелявость голоса, шум смычка скрипки и т. п.).

Нормальное ухо человека способно воспринимать звуки с частотами приблизительно от 16 до 16 000—20 000 *гц*. В этих пределах или, как говорят, в этом диапазоне, в этой полосе частот лежат все воспроизводимые человеческими голосами и музыкальными инструментами основные тона с сопровождающими их гармониками, придающими звукам характерный тембр, и шумы.

1-3. Об искажениях при радиопередаче

Практически необходимая для передачи полоса частот. От радиоприемника или радиотрансляционной точки требуется не только достаточно громкое воспроизведение передачи, но и возможно более естественное, натуральное звучание. Для достижения этого желательно, чтобы до радиослушателя одинаково хорошо доходили звуки с частотами от 16 до 16 000 или до 20 000 *гц*. Если, например, сопрано или бас поют одинаково громко, то и в громкоговорителе оба голоса должны звучать одинаково громко; если же один передаваемый звук сильнее другого, то и в громкоговорителе их относительная громкость должна сохраняться.

Однако ухо человека практически не заметит ухудшения качества передачи, если до него довести не весь указанный выше диапазон частот, а только часть, лежащую в пределах от 50—70 до 7 000—8 000 *гц*. Но большинство передающих радиовещательных станций не могут по техническим причинам «пропустить» даже и такую полосу частот, ограничивая ее верхний предел частотами 5 000—4 500 *гц*, а в отдельных случаях и 3 500 *гц*, и нижний предел — частотами 100—150 *гц*.

Это несколько ухудшает естественность звучания, но не в такой степени, чтобы передачу можно было назвать искаженной.

Поэтому большинство современных радиоприемников и громкоговорителей и рассчитываются на воспроизведение звуковых частот в диапазоне примерно от 100 до 4 500—5 000 *гц*.

О допустимой неравномерности воспроизведения различных частот. Ухо человека способно отличать незначительное изменение высоты звука, но в то же время оно менее чувствительно к изменениям громкости звучания. На средних частотах звукового диапазона (около 1 000 *гц*) изменение громкости делается заметным, если оно превышает 2 *дб* (что соответствует изменению звукового давления приблизительно в 1,5 раза). При самых низких частотах и малых громкостях ухо не замечает значительно больших изменений громкости. На высших частотах звукового диапазона ухо также менее чувствительно к изменениям громкости, чем на средних частотах. Опытным путем установлено, что изменение громкости звучания отдельных частот практически незаметно, другими словами, качество передачи не ухудшается даже тогда, когда громкости звучания различных частот отличаются на 12 *дб* (что соответствует изменению звукового давления в 4 раза), если эта неравномерность звучания относится к крайним частотам передаваемого диапазона.

Это верно при условии, что звуки со всеми передаваемыми частотами действуют на микрофон с одинаковой силой (создают одинаковые звуковые давления), что в большинстве случаев при воспроизведении передач радиоприемниками и радиотрансляционными точками и имеет место. Только в случаях приемников третьего класса и при применении на радиотрансляционных сетях громкоговорителей типа «Рекорд» неравномерность звучания различных частот достигает 15—20 дб (что соответствует изменению звукового давления в 6—10 раз.). Однако и такое воспроизведение передач при слушании ее в комнате получается достаточно удовлетворительным.

Отклонение от равномерности воспроизведения различных частот носит название частотных искажений. Если неравномерность воспроизведения частот практически незаметна или мало заметна, говорят о допустимых частотных искажениях.

Частотные искажения могут появляться по разным причинам на всем «тракте» радиопередачи и радиоприема, начиная от микрофона и кончая громкоговорителем. В радиостудиях, в радиоаппаратных, на радиовещательных станциях принимаются различные меры к возможному уменьшению частотных искажений по всему тракту радиопередачи. Соответствующие меры принимаются и при изготовлении радиоприемников и громкоговорителей.

При нормально работающей радиоаппаратуре создаваемое громкоговорителем звуковое давление приблизительно пропорционально подведенному к нему напряжению переменного тока звуковой частоты, а интенсивность звука пропорциональна приблизительно мощности этого тока. В связи с этим увеличение (усиление) и уменьшение (ослабление) мощности токов звуковой частоты на различных участках тракта радиопередачи также оценивают в децибелах.

Обозначив U_1 и U_2 сравниваемые величины электрических напряжений, разницу S в децибелах между ними можно определить по формуле

$$S = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} \text{ дб.}$$

Обозначив P_1 и P_2 сравниваемые величины электрических мощностей, разницу S в децибелах между ними можно определить по формуле

$$S = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ дб.}$$

Нелинейные искажения. Всякая радиопередача сопровождается так называемыми нелинейными искажениями, заключающимися в том, что громкоговоритель (или головные телефоны) воспроизводит дополнительные звуки с частотами колебаний, отсутствующими в передаваемой речи или музыке. Эти дополнительные частоты являются гармониками принятых микрофоном звуковых частот и возникают они на различных участках «тракта» радиопередачи и радиоприема. Обычно наиболее сильными бывают вторая или третья гармоника, а гармоники высших номеров значительно слабее. При значительных гармониках передача приобретает неприятный оттенок, голоса и музыкальные инструменты звучат неестественно, а при дальнейшем увеличении интенсивности гармоник в передаче возникают хрипы, дребезжание и разборчивость ухудшается. Непропорциональное увеличение присущих данному звуку гармоник также расценивается как нелинейное искажение. Так, например,

нелинейные искажения возникают, если музыкальный инструмент дает звук со слабой второй гармоникой, а при воспроизведении этого звука громкоговорителем она звучит громко.

Нелинейные искажения, так же как и частотные, возникают на всех участках тракта радиопередачи. Для уменьшения нелинейных искажений принимаются соответствующие меры как на заводах, изготавливающих радиоаппаратуру, так и в радиостудиях, на радиостанциях и на других звеньях тракта радиопередачи в процессе эксплуатации этой аппаратуры.

Коэффициент нелинейности. Количественно величина нелинейных искажений оценивается коэффициентом нелинейности, который определяется как отношение звукового давления, создаваемого возникшими гармониками, к звуковому давлению колебаний основной частоты и выражается в процентах. Так, например, если звуковое давление, создаваемое колебанием основной частоты, равно 1 бару, а звуковое давление, создаваемое гармониками, равно 0,1 бара, то коэффициент нелинейности выразится как

$$\frac{0,1}{1,0} \cdot 100 = 10\%.$$

Коэффициент нелинейности может быть выражен и через отношение напряжения, создаваемого всеми гармониками, к напряжению основной частоты. Если, например, напряжение основной частоты равно 10 в, а напряжение, создаваемое всеми гармониками, 0,5 в, то коэффициент нелинейности равен:

$$\frac{0,5}{10,0} \cdot 100 = 5\%.$$

Исследования показывают, что нелинейные искажения практически не заметны, если коэффициент нелинейности не превышает 10%. Неискаженной передачу можно считать даже при коэффициенте нелинейности 12—14%, причем во время передачи речи искажения заметны при меньшем проценте гармоник, чем при передаче музыки. Приведенные цифры относятся к воспроизведению наиболее громких звуков, участвующих в передаче (громкая музыка, выкрики и т. п.).

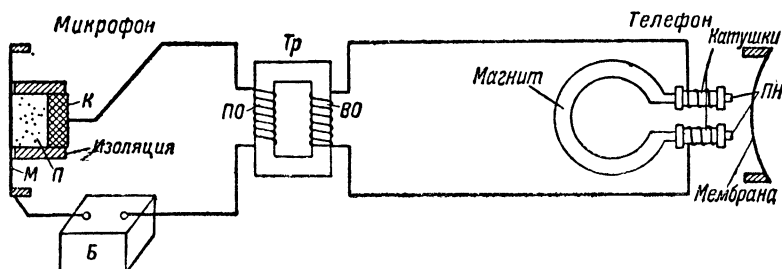
1-4. Как работает телефон

Устройство микрофона и телефона. Преобразование энергии звуковых волн, вызванных голосом говорящего, в энергию переменного тока осуществляется с помощью микрофона и трансформатора. Энергия полученного переменного тока передается по проводам в то место, где голос говорящего должен быть услышан, и здесь электрическая энергия преобразовывается обратно в звуковые колебания с помощью телефона.

Микрофон. В проводном телефоне применяется так называемый микрофон «угольного» типа. Схематический разрез такого микрофона показан в левой части фиг. 1-1, где показано и соединение микрофона с батареей и трансформатором. Микрофон состоит из угольной колодки *К* и тонкой угольной пластинки — мембраны *М*, между которыми насыпан угольный порошок *П*, через который проходит от мембраны к колодке ток батареи *Б*. Сопротивление угольного порошка току зависит от плотности прилегания друг к другу частиц порошка. Если на мембрану микрофона нажать, например, пальцем, то порошок между мембраной

и угольной колодкой несколько уплотнится (спрессуется), контакт между отдельными его частицами улучшится и сопротивление микрофона уменьшится. Если палец убрать, мембрана отойдет в свое первоначальное положение, порошок станет опять более рыхлым и сопротивление микрофона примет свое первоначальное значение. Теперь предположим, что мы перед микрофоном заставили звучать струну с основной частотой 435 гц.

Тогда каждое сжатие воздуха, достигнув мембраны, создает давление на нее, мембрана несколько вогнется внутрь и соответственно уплотнит порошок. Следующее вслед за сжатием разрежение вызовет обратное действие, т. е. центр мембраны удалится от колодки, перейдет в обратную сторону от своего первоначального положения и уменьшит степень уплотнения порошка по сравнению с первоначальным. Так как при ча-

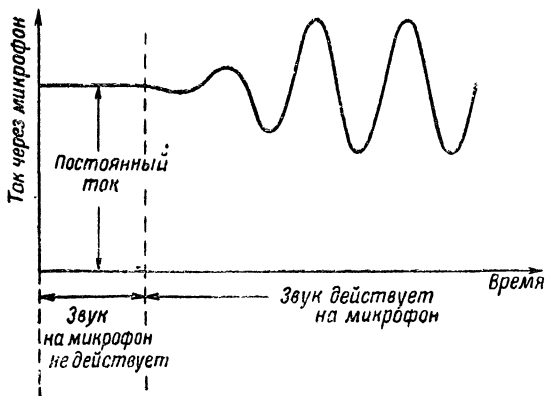


Фиг. 1-1. Схема телефонной передачи по проводам.

столе колебаний 435 гц в течение секунды до мембраны будет достигать 435 сжатий и разрежений воздуха, мембрана 435 раз в секунду будет надавливать на порошок и столько же раз удаляться от колодки. В результате этого 435 раз в секунду будет изменяться сопротивление микрофона. Так как микрофон соединен последовательно с батареей, то при каждом изменении сопротивления микрофона будет изменяться величина проходящего через него тока. Другими словами, мы получим 435 раз в секунду увеличение тока и столько же раз ослабление тока в цепи. Графически это явление показано на фиг. 1-2. Такой ток, проходящий все время в одном направлении, но периодически меняющийся по величине, называется пульсирующим током. Его можно рассматривать как два тока, существующие одновременно в цепи: 1) постоянный, величина которого равна среднему значению между наибольшим и наименьшим значениями пульсирующего тока, и 2) переменный, «наложенный на постоянный ток». При этом нужно считать, что в те моменты, когда пульсирующий ток становится больше образующего его постоянного тока, переменный ток имеет то же направление, что и постоянный ток; в те моменты, когда пульсирующий ток становится меньше постоянного тока, переменный ток идет навстречу постоянному току, ослабляя его. Эти переменный и постоянный токи часто называют также переменной и постоянной составляющими (или слагающими) пульсирующего тока. Проходя по сопротивлению, пульсирующий ток создает на нем пульсирующее падение напряжения (постоянное по направлению, но периодически изменяющееся по величине). Пульсирующее напряжение мы также можем «разложить» на

одновременно действующие постоянное и переменное напряжения и называть их соответственно постоянной и переменной составляющими напряжения.

Пульсирующий ток проходит по первичной обмотке *ПО* трансформатора *Tr*, представляющего набранный из тонких стальных пластин *О*-образный сердечник, на который намотаны две обмотки из изолированной проволоки. Когда ток через микрофон и первичную обмотку трансформатора усиливается, по закону электромагнитной индукции во вторичной обмотке *ВО* трансформатора наводится э. д. с. одного направления, а когда ток через микрофон ослабляется, — э. д. с. другого направления. Частота э. д. с. (или напряжения) на вторичной обмотке получается такой же, как и частота изменения тока в первичной обмотке, т. е. равной



Фиг. 1-2. Графическое изображение тока через микрофон.

частоте действующего на микрофон звука. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора графически показано на фиг. 1-3. Концы вторичной обмотки трансформатора подключаются к линейным проводам; к их другим концам подключается телефон. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора вызовет в проводах линии и через телефон переменный ток той же частоты.

При воздействии на микрофон сложных звуков, например при разговоре, на вторичной обмотке трансформатора получается ряд переменных напряжений с частотами, соответствующими передаваемому звуку.

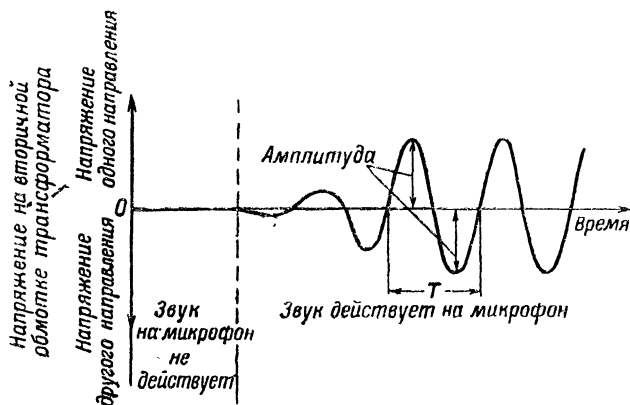
Переменные токи и напряжения, возникающие в результате действия звука, по аналогии со звуковыми колебаниями часто называют электрическими колебаниями звуковой частоты или низкой частоты.

Необходимо отметить, что аналогично уху микрофон обладает порогом чувствительности. Если интенсивность звуков меньше некоторой определенной величины, они не смогут привести в колебательное движение мембрану микрофона, ток в цепи микрофона изменяться не будет и на вторичной обмотке трансформатора никакого напряжения не получится.

Телефон. Телефон электромагнитного типа состоит из постоянного сильного магнита с полюсными наконечниками из мягкой стали, на кото-

рые надеты две катушки обмоткой из большого числа витков тонкой изолированной проволоки. Обмотки катушек соединены между собой последовательно. Свободные концы обмоток выведены наружу. Вся магнитная система помещается обычно в круглую коробку из металла или пластмассы, на края которой наложена круглая тонкая жестяная пластинка, носящая название мембраны. Она располагается близко к полюсным наконечникам, но с ними не соприкасается. Мембрана закрыта круглой раковиной (амбушуром), имеющей в середине отверстие для прохода звука и служащей для прикладывания к уху.

Под действием притяжения магнита мембрана всегда несколько вогнута в середине. Если через катушки телефона пропустить переменный



Фиг. 1-3. Графическое изображение напряжения на вторичной обмотке микрофонного трансформатора.

ток, то при одном направлении он усилит действие магнита, и мембрана прогнется сильнее и тем сильнее, чем больший ток пройдет через обмотку катушки. При обратном направлении тока он ослабит действие магнита и прогиб мембраны уменьшится, т. е. мембрана удалится от полюсных наконечников дальше своего начального положения и тем дальше, чем больше будет этот размагничивающий ток.

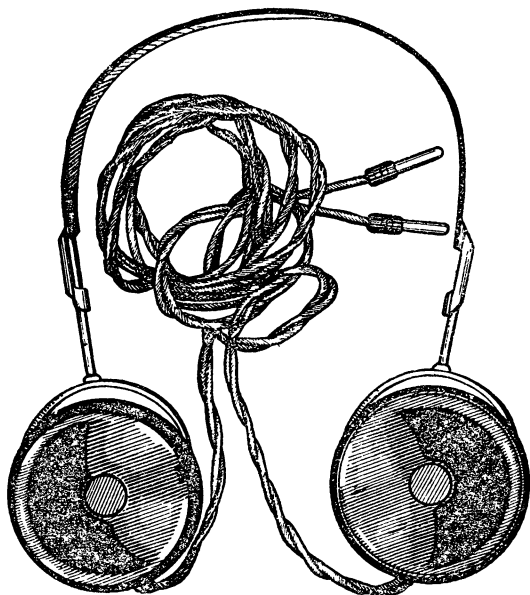
Если в катушки телефона поступит переменный ток от вторичной обмотки трансформатора Tr (фиг. 1-1), то мембрана телефона будет колебаться с той же частотой, с какой колеблется мембрана микрофона, т. е. она будет воспроизводить такие же звуки, какие действовали на мембрану микрофона. Правда, звуки, создаваемые мембраной телефона, получаются значительно слабее звуков, существующих у микрофона, и слышать их можно, только приложив телефон к уху.

Радионаушники. Слушание радиопередач производится обычно на два телефона, один из которых прикладывается к правому, а другой к левому уху. Оба телефона скреплены между собой металлической дужкой, носящей название оголовья (фиг. 1-4), при надевании которого на голову телефоны удобно прилегают к ушам. Устроен каждый из этих телефонов так, как описано выше. Их катушки соединяются между собой последовательно гибким изолированным проводом (шнуром), снабженным штепсельными вилками, служащими для включения телефонов

в гнезда радиоприемника. Среди радиолюбителей такие телефоны часто называются **радионаушниками**.

Кроме электромагнитных телефонов в радиоприемниках применяются также более простые по устройству и более дешевые пьезоэлектрические телефоны, описание которых дано на стр. 35.

Чувствительность телефона. Приблизительно можно считать, что величина звукового давления, создаваемого мембраной телефона, пропорциональна величине переменного тока, проходящего через телефон, или



Фиг. 1-4. Телефоны для радиоприемника (радионаушники).

переменному напряжению, получающемуся на обмотке катушек электромагнитов телефона.

Чем сильнее постоянный магнит в трубке, тем более слабые переменные токи могут заставить ее звучать и тем громче будет слышимость в телефоне. Однако постоянный магнит в телефоне нельзя брать очень сильным. Предел усиления постоянного магнита ограничивается свойствами мембраны. Очень сильный магнит настолько изогнет мембрану, что она прилипнет к полюсам, так как упругость мембраны недостаточно велика, чтобы удержать ее на близком расстоянии от полюсов магнита.

Необходимо отметить, что телефонная трубка также обладает некоторым «порогом чувствительности»: при очень слабых переменных токах через обмотку катушек телефона изменение силы магнита получается настолько слабым, что оно не сможет привести мембрану в колебательное движение,

Искажения в телефоне. Если переменный ток через катушки магнита будет настолько велик, что в некоторые моменты времени он будет создавать поле обратного направления, по своей величине превышающее силу поля постоянного магнита, то в течение одного периода переменного тока мембрана будет притягиваться к полюсным наконечникам дважды. Первый раз мембрана притянется, когда создаваемое током магнитное поле будет совпадать по направлению с магнитным полем постоянного магнита и усиливать его. Второй раз мембрана притянется, когда создаваемое обмоткой магнитное поле, будучи направлено навстречу магнитному полю постоянного магнита, полностью компенсирует последнее и перемагнитит сердечник в обратном направлении.

В результате мембрана будет колебаться с частотой в 2 раза большей, чем частота подводенного к телефону, переменного тока, и мы услышим звук вдвое более высокого тона, чем звук, воспроизведенный перед микрофоном. Это вызывает значительные нелинейные искажения.

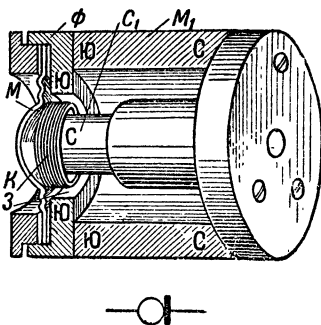
Нежелательные звуки в телефоне могут получаться также и по другим причинам. Например, если мембрана телефона расположена настолько близко к концам полюсных наконечников магнита, что, приближаясь при колебаниях к ним, она ударяется о них, то мы услышим дребезжание, трески, возникающие вследствие этих ударов мембраны. Если мембрана неплотно зажата по краям, то она также будет дребезжать, создавая тем самым под действием поступающих в телефон переменных токов посторонние звуки. Такой телефон требует регулирования, чтобы при всех условиях избежать возможности касания мембраны с полюсными наконечниками.

1-5. Электродинамические микрофоны

Угольные микрофоны описанного выше типа не применяются в радиовещании, так как они вносят в передачу значительные искажения (частотные и нелинейные), не позволяющие обеспечить необходимые качественные показатели радиовещания.

Наибольшее распространение в современной технике радиовещания и вещания по проводам получили электродинамические микрофоны катушечного типа, дающие несравненно меньшие искажения, чем угольные микрофоны. Действие электродинамических микрофонов основано на явлении электромагнитной индукции, заключающемся в том, что в катушке из провода, перемещающейся в магнитном поле, индуцируется переменная э. д. с.

Катушечный микрофон. В электродинамическом микрофоне «катушечного» типа магнит M_1 (фиг. 1-5) имеет форму кольца, изготовленного из специальной никель-алюминиевой стали. Магнит намагничивает стальной фланец Φ (плоское кольцо) и сердечник C_1 , жестко скрепленные с магнитным кольцом M_1 и имеющие между собой узкий воздушный кольцевой зазор $З$. Сердечник приобретает одну магнитную полярность (например, северную C), а фланец—другую (например,



фиг. 1-5. Внутреннее устройство электродинамического микрофона катушечного типа и схематическое изображение микрофона.

южную Ю), вследствие чего в кольцевом зазоре получается сильное магнитное поле.

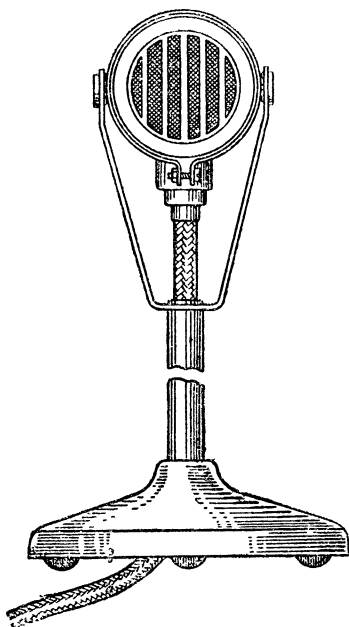
Мембрана *М* микрофона сделана из алюминия, края ее гофрированы. К ее средней части, имеющей выпуклую форму, приклеена круглая катушечка *К* из изолированной проволоки, входящая в зазор между фланцем и сердечником, не соприкасаясь с ним. Следовательно, витки катушечки находятся в постоянном магнитном поле. Пока катушечка неподвижна, в ней э. д. с. отсутствует. В тот момент, когда под действием

звуковой волны мембрана прогибается внутрь, катушечка перемещается в глубь зазора и в ней индуцируется э. д. с. одного направления. Когда же под действием разрежения в звуковой волне мембрана вместе с катушечкой перемещается в обратном направлении, в катушечке возникает э. д. с. противоположного направления. В результате при колебании под действием звуковых волн мембраны и катушечки в последней возникает переменная э. д. с. Концы катушечки соединяются гибкими проводниками с первичной обмоткой «микрофонного» трансформатора. Возникшая в катушечке переменная э. д. с. вызывает переменный ток в первичной обмотке трансформатора, индуктирующий во второй его обмотке повышенное напряжение, которое подается на усилитель, обеспечивающий дальнейшее увеличение напряжения и мощности переменного тока, полученного от звуковой катушечки.

Неравномерность чувствительности катушечного электродинамического микрофона типа СДМ в полосе воспроизводимых им частот (в полосе 50—10 000 гц) не превышает 7 дб. Вносимые микрофоном СДМ нелинейные искажения весьма незначительны.

Механизм микрофона вместе с трансформатором заключены в кожух с решеткой, через которую звуковые волны

могут проникнуть к мембране. Кожух крепится на подставке (фиг. 1-6).



Фиг. 1-6. Внешний вид электродинамического микрофона катушечного типа.

1-6. Динамические громкоговорители

Громкоговорители так же, как и телефоны, служат для преобразования электрической энергии переменных токов звуковой частоты в звуковую энергию и применяются в тех случаях, когда радиопередачу нужно воспроизвести с такой громкостью, чтобы ее могли слушать одновременно несколько человек в комнате или большие группы людей в клубе, зале или на открытом воздухе. Громкоговоритель может являться составной частью лампового радиоприемника; в этом случае он помещается обычно в общем ящике с остальными частями радиоприемника. Для слушания радиопередач по радиотрансляционной сети выпускаются громкоговори-

тели, смонтированные в отдельных ящиках или снабженные подставками; некоторые из них имеют приспособления на подвешивание на стену. Для слушания радиопередач в больших аудиториях и на открытом воздухе изготовляются специальные громкоговорители с рупорами.

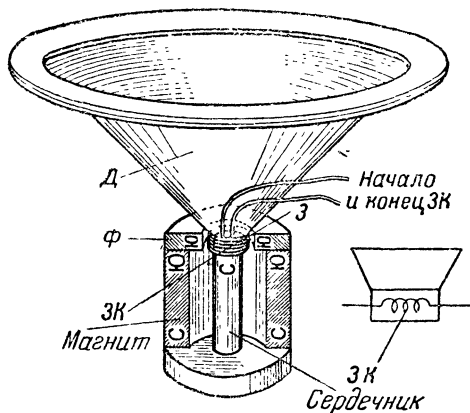
Ни микрофон, ни радиоприемник без усилителя в нем не обеспечивают громкоговоритель энергией, достаточной даже для очень негромкой его работы. Поэтому громкоговоритель всегда включается через усилитель, в задачу которого входит увеличение мощности переменного тока звуковой частоты до значения, достаточного для нормальной его работы.

Комнатный громкоговоритель, включенный в радиотрансляционную сеть, требует мощность до 0,1—0,2 вт. Громкоговорители радиоприемников получают обычно от их усилителей мощность до $0,25 \div 3$ вт в зависимости от типа (системы) приемника. Громкоговорители, работающие в больших помещениях и на открытом воздухе, требуют мощность в десятки и сотни ватт.

Наиболее совершенными из современных громкоговорителей являются динамические громкоговорители, часто сокращенно называемые динамиками.

Принцип действия динамика. Устройство динамического громкоговорителя во многом напоминает устройство катушечного электродинамического микрофона. Большинство динамических громкоговорителей также имеет кольцевой постоянный магнит, создающий сильное магнитное поле в зазоре между сердечником и фланцем Φ (фиг. 1-7). В зазоре $З$ помещается цилиндрическая катушка $ЗК$ из изолированного провода, намотанная на бумажной трубочке — каркасе (в динамике эта катушка обычно называется звуковой катушкой). Каркас катушки приклеен к вершине бумажного конуса, носящего название диффузора $Д$.

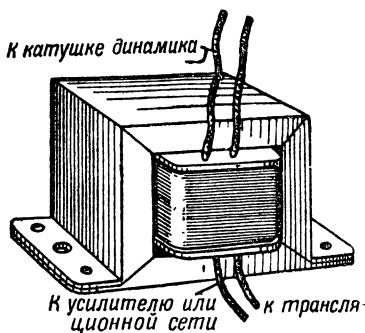
Работа динамика происходит следующим образом. Переменный ток звуковой частоты от усилителя пропускается через катушку. Этот ток создает вокруг звуковой катушки переменное магнитное поле, взаимодействующее с существующим в зазоре постоянным магнитным полем. В тот момент, когда ток в катушке будет иметь такое направление, что создаваемое им магнитное поле будет совпадать по направлению с постоянным магнитным полем в зазоре, последнее будет стремиться вытолкнуть катушку из зазора. Когда же ток в катушке и, соответственно, создаваемое им магнитное поле катушки изменят свое направление, постоянное поле магнита будет стремиться втянуть катушку глубже в зазор. Таким образом, при прохождении через звуковую катушку переменного тока она будет перемещаться вдоль зазора в ту или другую сторону и тем



Фиг. 1-7. Устройство и схематическое обозначение динамического громкоговорителя с постоянным магнитом.

самым приводить в колебательное движение диффузор, который в свою очередь будет создавать в воздухе звуковые волны. Чем больший переменный ток будет проходить через катушку, тем с большим размахом будут колебаться катушка и диффузор, тем громче будет создаваемый громкоговорителем звук.

Трансформатор к динамику. Для своих колебаний звуковая катушка требует значительного тока при очень небольшом напряжении (несколько вольт). Усилители же обычно дают переменные напряжения звуковой частоты порядка десятков и сотен вольт. В радиотрансляционной сети обычно применяется переменное напряжение до 30 в. Поэтому неотъемлемой частью всякого динамика является трансформатор, преобразующий эти напряжения в более низкие напряжения (при соответственно больших токах), необходимые для нормальной работы динамика. Первичная обмотка такого трансформатора, присоединенная к усилителю (трансляционной сети), имеет большое число витков сравнительно тонкой изолированной проволоки, а его вторичная обмотка, соединяемая с катушкой динамика, имеет значительно меньшее число витков более толстой изолированной проволоки. Трансформатор обязательно имеет сердечник из стальных пластин. Общий вид подобного трансформатора показан на фиг. 1-8.



Фиг. 1-8. Трансформатор к динамику.

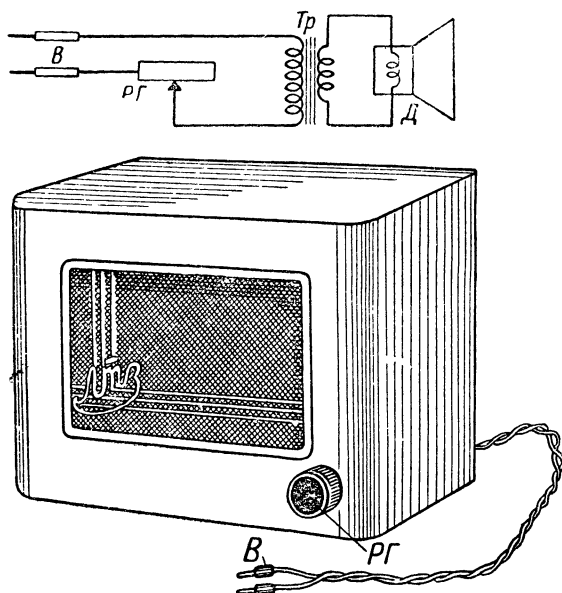
Динамики для радиотрансляционных сетей. На фиг. 1-9 показан один из применяемых на радиотрансляционных сетях комнатный динамик типа ДАГ-1. Описанный выше механизм вместе с трансформатором собран в деревянном ящике, в передней стенке которого сделан затянутый тканью вырез. Через этот вырез создаваемые диффузором звуковые волны проходят из ящика наружу. Для включения в штепсельную розетку радиотрансляционной сети динамик имеет оканчивающийся штеп-

сельными вилками *В* шнур. На передней стенке ящика расположена ручка переменного сопротивления (реостата), включенного последовательно с первичной обмоткой трансформатора (см. схему на фиг. 1-9). Изменяя величину этого сопротивления, изменяют величину тока, поступающего из трансляционной сети в первичную обмотку трансформатора, и, следовательно, тока через звуковую катушку динамика. Указанное переменное сопротивление носит наименование регулятора громкости.

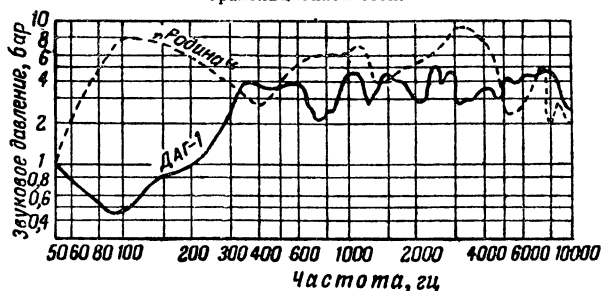
Первичная обмотка трансформатора динамика ДАГ-1 имеет три отвода: начало, конец и вывод от среднего витка. Нормально, когда напряжение звуковой частоты в трансляционной сети равно 30 в, в сеть включается начало и конец первичной обмотки трансформатора (ток проходит через все витки первичной обмотки). Если же напряжение в трансляционной сети равно 15 в, то необходимо включить в сеть половину обмотки (один из концов и вывод от среднего витка обмотки). Для радиотрансляционных сетей в больших количествах выпускаются экономичные динамики типа «Тула» (ДГМ).

Мощность динамика. Динамики классифицируются по максимальной мощности тока звуковой частоты, которую можно подвести к тому или

иному из них, не вызывая появления в передаче значительных нелинейных искажений. Обычно считают допустимыми искажения не больше 5—7%. Радиоприемники, предназначенные для слушания радиопередачи в комнатах, обычно содержат динамики, способные работать с такими



Фиг. 1-9. Динамический громкоговоритель ДАГ-1 для радиотрансляционной сети.

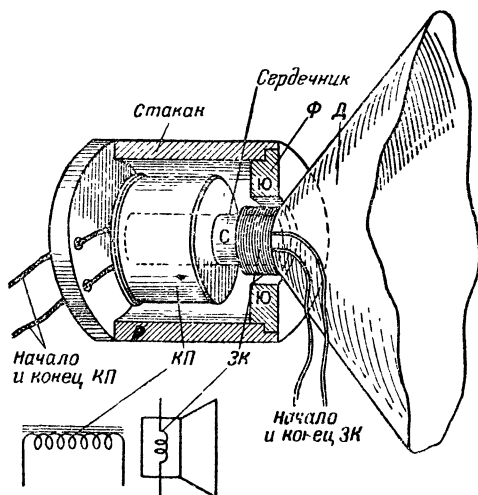


Фиг. 1-10. Частотные характеристики громкоговорителей.

нелинейными искажениями при мощностях до 1,5—3 вт (соответственно такие динамики носят название полторававаттных и трехваттных). Фактически же для громкого слушания радиопередачи в комнате средних размеров в большинстве случаев достаточно подвести к динамику мощность до 1 вт или даже до 0,5 вт.

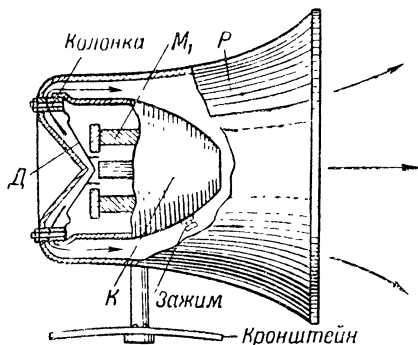
Частотные характеристики громкоговорителей. На фиг. 1-10 сплошной линией показана зависимость звукового давления, создаваемого дича-

миком ДАГ-1, от частоты при условии, что при всех частотах к его звуковой катушке подводятся одинаковые напряжения. Такая кривая носит название частотной характеристики динамика. Из частотной характеристики видно, что наименьшее давление — около 0,5 бар — динамик ДАГ-1



Фиг. 1-11. Устройство и схематическое обозначение динамического громкоговорителя с подмагничиванием.

одного из таких динамиков схематически показало на фиг. 1-11. Здесь на сердечник надета катушка с большим числом витков изолированной проволоки — так называемая катушка подмагничивания (КП),



Фиг. 1-12. Рупорный динамик Р-10.

пускает рупорный динамик типа нормальной работы мощности до

создает при частотах около 80—100 гц. Следовательно, эти частоты будут звучать слабее всех других. При частотах приблизительно от 275 гц и выше звуковое давление изменяется от 2 до 5 бар, т. е. практически, как мы видели выше, разницы в звучании этих частот наше ухо не уловит. На этой же фигуре пунктирной линией показана частотная характеристика динамика, применяемого в радиоприемнике типа «Родина». Из этой характеристики видно, что этот динамик воспроизводит низшие частоты звукового диапазона лучше, чем динамик ДАГ-1

Динамики с подмагничиванием. Некоторые типы динамиков имеют вместо постоянных магнитов электромагниты. Устройство через которую пропускается постоянный ток, намагничивающий сердечник. Магнитные силовые линии проходят также по стальному «стакану», внутри которого находится катушка подмагничивания, и намагничивают фланец Ф. В результате в кольцевом зазоре между сердечником и фланцем возникает сильное магнитное поле. В остальном действие динамика с подмагничиванием ничем не отличается от действия динамика с постоянным магнитом.

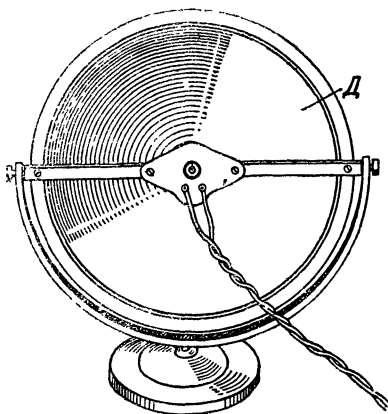
Рупорный динамик. Для обслуживания больших аудиторий, а главным образом для работы на открытом воздухе, наша отечественная промышленность вы- Р-10. Он требует для своей Механизм для создания

звуковых колебаний имеет почти такое же устройство, как и в описанном выше динамике с постоянным магнитом, но он помещен в металлическом колпаке *К*, расположенном внутри металлического же рупора *Р* длиной 370 мм при наибольшем диаметре 380 мм (фиг. 1-12). Механизм крепится ко дну рупора шестью специальными колонками. Трансформатор динамика расположен также внутри колпака. Выводы от его первичной обмотки подведены к зажимам, к которым подсоединяются провода, подающие ток звуковой частоты от усилителя. Первичная обмотка трансформатора состоит из трех частей с расчетом на то, что к ней могут подаваться от усилителя напряжения звуковой частоты в 60, 120 или 240 в. Если усилитель дает напряжение 240 в, включается вся первичная обмотка трансформатора; при напряжении 60 в включается наименьшее число витков первичной обмотки; соответственно для работы от напряжения 120 в включается промежуточное число витков обмотки. Созданные диффузором *Д* звуковые волны выходят наружу через отверстие рупора (направление их движения показано на фиг. 1-12 стрелками).

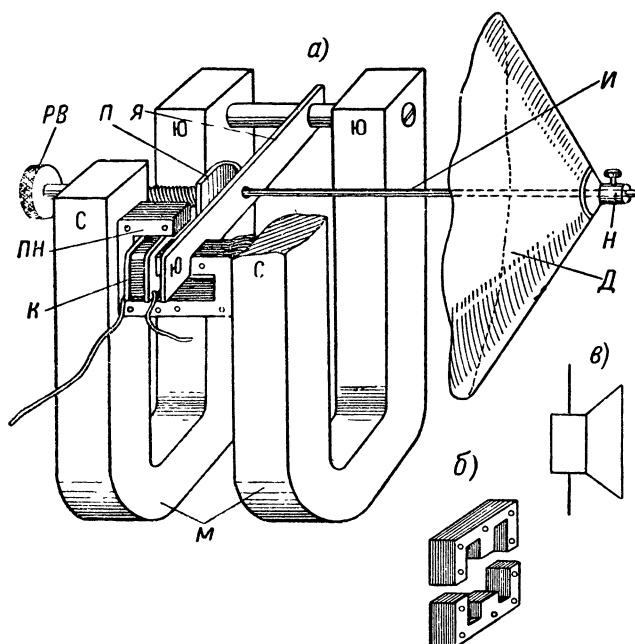
1-7. Электромагнитный громкоговоритель „Рекорд“

Громкоговоритель «Рекорд» является наиболее распространенным громкоговорителем на радиотрансляционных сетях. Так же, как и в динамическом громкоговорителе, воспроизведение звука «Рекордом» осуществляется с помощью бумажного конического диффузора *Д* (фиг. 1-13), но механизм, вызывающий колебания диффузора, существенно отличается от рассмотренных выше.

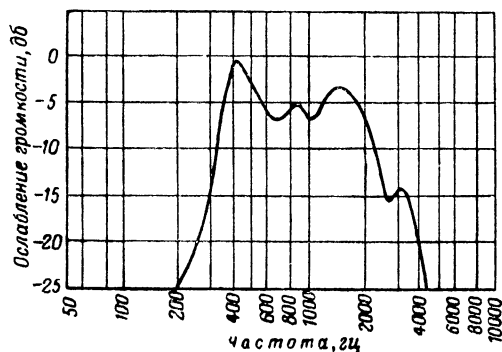
Устройство механизма громкоговорителя «Рекорд» показано на фиг. 1-14, а. Здесь имеются два подковообразных магнита *М* с полюсными наконечниками *ПН*, собранными из тонких стальных пластинок Ш-образной формы (эти наконечники показаны отдельно на фиг. 1-14, б). На каждый полюсный наконечник надета по катушке *К* с обмоткой из большого числа витков тонкой изолированной проволоки (на фиг. 1-14, а катушка правого полюсного наконечника не показана, а часть правого наконечника показана обломанной для большей ясности чертежа). Таким образом, каждый полюсный наконечник представляет собой маленький электромагнит. Между полюсными наконечниками находится конец упругой стальной пластинки *Я*, носящей название якоря, второй конец которого зажат между другими полюсами магнитов *Ю*. Якорь тонкой стальной иглой *И* скреплен с центром диффузора *Д*. Крепление иглы к диффузору производится специальным зажимом — нипелем *Н*. При помощи регулировочного винта *РВ*, упирающегося в пружинку *П*, прикрепленную к якорю, последний устанавливается в такое положение, что его конец *Ю* не соприкасается с полюсными наконечниками магнита, находясь в среднем положении между ними. При этом притяжение якоря правым полюс-



фиг. 1-13. Общий вид громкоговорителя „Рекорд“.



Фиг. 1-14. Устройство электромагнитного механизма громкоговорителя „Рекорд“ и его схематическое обозначение.



Фиг. 1-15. Частотная характеристика громкоговорителя „Рекорд“.

ным наконечником уравнивается притяжением левым полюсным наконечником.

Когда по обмоткам катушек *К* проходит ток, в полюсных наконечниках создается добавочное намагничивание, причем намагничивание одного полюсного наконечника противоположно по полярности намагни-

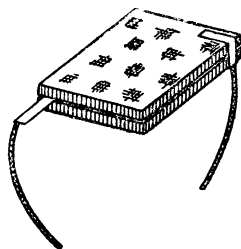
чиванию другого наконечника. В результате, если намагничивание одного наконечника, создаваемое постоянным магнитом, усиливается, то намагничивание другого наконечника ослабляется, и конец якоря притянется в сторону наконечника с более сильным притяжением. При перемене направления тока в обмотках катушек якорь отклонится в сторону другого наконечника. Поэтому, если по обмоткам пропустить переменный ток звуковой частоты, то якорь будет совершать колебания с этой же частотой, передавая эти колебания через иглу диффузору.

Громкоговорители типа «Рекорд» дают невысокое качество воспроизведения передачи. Даже правильно отрегулированный громкоговоритель дает коэффициент нелинейных искажений 10—15%. Полоса воспроизводимых «Рекордом» частот лежит обычно в пределах 240—3 000 гц. Частотная характеристика громкоговорителя «Рекорд» показана на фиг. 1-15.

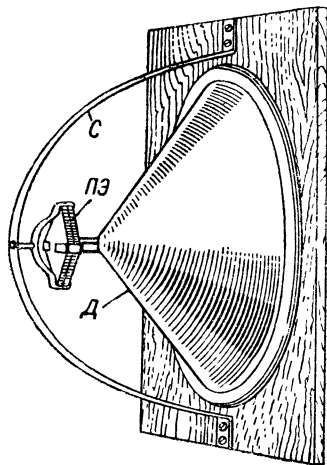
Для достаточно громкого звучания в комнате средних размеров громкоговоритель «Рекорд» требует мощность до 0,1—0,25 вт (при наиболее сильных передаваемых звуках).

1-8. Пьезоэлектрические громкоговорители и телефоны

Основной частью пьезоэлектрического громкоговорителя или телефона является пьезоэлектрический элемент (сокращенно пьезоэлемент), устроенный следующим образом. Между двумя пластинами, вырезанными из кристаллов сегнетовой соли, прокладывается листок фольги (тонкая металлическая пластинка) и затем эти пластинки плотно склеиваются между собой специальным лаком (фиг.1-16). Если к внутренним и внешним поверхностям склеенных пластинок такого пьезоэлемента приложить раз-



Фиг. 1-16. Устройство пьезоэлектрического элемента.



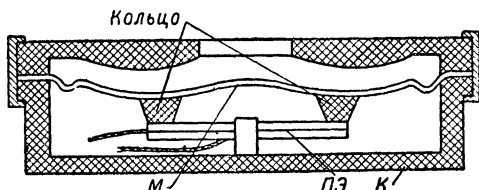
Фиг. 1-17. Устройство пьезоэлектрического громкоговорителя.

ноименные электрические потенциалы (подсоединив его для этого к какому-либо источнику постоянного напряжения), то под действием электрических сил, создаваемых этими потенциалами, пластинки пьезоэлемента изогнутся. При одной полярности включения источника напряжения про-

типоволожные углы пластинок изгибаются в одну сторону, а при другой полярности — в другую. Если к пьезоэлементу подвести переменное напряжение звуковой частоты, то в течение каждого периода напряжения пластинки будут изгибаться один раз в одну сторону и один раз в другую сторону, т. е. под действием переменного электрического напряжения в пьезоэлементе возникают механические колебания.

В пьезоэлектрическом громкоговорителе два противоположных угла сегнетовой пластинки механически жестко скрепляются со скобой *С*, а два других угла — с бумажным диффузором *Д* (фиг. 1-17). В результате колебания пьезоэлемента *ПЭ* передаются диффузору, который и воспроизводит звук.

Пьезоэлектрические громкоговорители выпускались для работы на радиотрансляционных сетях. Так как для достаточно громкой работы та-



Фиг. 1-18. Устройство пьезоэлектрического телефона.

же образом (фиг. 1-18). Пьезоэлемент *ПЭ* двумя противоположными углами скрепляется с корпусом *К* телефона, а два его других угла приклеиваются к кольцу из пластмассы, которое в свою очередь приклеено к мембране *М*. Если на пьезоэлемент подать переменное напряжение звуковой частоты (например, от вторичной обмотки трансформатора, фиг. 1-1), то в нем возникнут колебания, которые через кольцо передаются мембране и последняя воспроизводит звук.

По внешнему виду пьезоэлектрические телефоны, применяемые для радиоприема, подобны электромагнитным телефонам и тоже выпускаются сдвоенными, с оголовьем. Их пьезоэлементы соединяются между собой параллельно.

1-9. Граммофонные звукозаписыватели

В практике радиовещания в настоящее время широко распространена передача граммофонных записей.

Что такое граммофонная запись? Граммофонная запись производится на диске, на поверхность которого нанесен слой воска. Диск этот приводится во вращение со скоростью 78 об/мин. Над диском устанавливается звукозаписыватель (рекордер), представляющий электромагнитный механизм, по своему устройству напоминающий громкоговоритель, но вместо диффузора звукозаписыватель снабжен специальной конструкции резцом, надавливающим на восковую поверхность диска. Резец при вращении диска вырезает на восковой поверхности диска спиральную бороздку с началом у наружного края диска, а концом — ближе к его центру.

Если к обмотке звукозаписывателя подвести переменное напряжение звуковой частоты, то конец резца звукозаписывателя вырежет на поверхности диска сплошную зигзагообразную линию и таким образом запишет передаваемый звук.

О записанного диска на фабрике граммофонных пластинок изготовляются из специальной массы копии, которые и представляют собой обычные граммофонные пластинки.

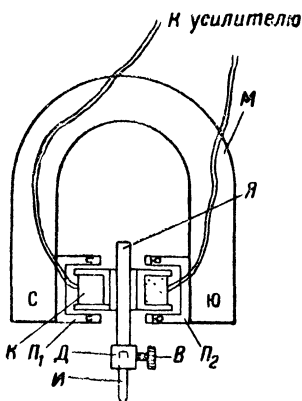
Воспроизведение граммофонной записи. Если граммофонную пластинку положить на диск обычного граммофона (патефона), привести пластинку во вращение и установить на борозду диска иголку граммофона, то борозда диска, перемещаясь под иголкой, заставит последнюю следовать по всем извилинам зигзагообразной борозды, т. е. совершать такие же колебания, какие совершал резец звукозаписывателя при записи звука. Так как иголка граммофона связана при помощи рычажка с мембраной граммофона, то колебания иголки передаются мембране, и последняя создает звуковые волны. Эти звуковые волны по трубке (называемой тонармом), на которой укреплена мембрана, поступают в рупор, откуда мы и слышим звуки.

Граммофонный звукосниматель. Вместо граммофонной мембраны можно применить так называемый граммофонный звукосниматель, который колебания иглы при прохождении ею борозды граммофонной пластинки преобразует в переменный ток звуковой частоты. Мощность получаемых колебаний звуковой частоты усиливается и направляется в громкоговоритель, который и воспроизводит записанные на граммофонной пластинке звуки.

Одна из конструкций граммофонного звукоснимателя схематически изображена на фиг. 1-19. Он состоит из следующих основных частей: 1) постоянного магнита M с двумя полюсными наконечниками Π_1 и Π_2 ; 2) якоря $Я$, изготовленного из мягкой стали, расположенного между полюсными наконечниками; 3) обычной граммофонной иглы $И$, зажимаемой винтом $В$ в держателе $Д$, скрепленном с концом якоря $Я$; 4) окружающей якорь $Я$ катушки $К$.

Когда игла $И$ находится в неподвижном состоянии, якорь находится в симметричном положении относительно полюсных наконечников Π_1 и Π_2 . Когда же игла вследствие отклонения борозды граммофонной пластинки отклонится вправо, нижний конец якоря приблизится к нижнему отростку полюсного наконечника Π_2 , имеющему южную ($Ю$) полярность, а верхний конец якоря приблизится к верхнему отростку полюсного наконечника Π_1 , имеющему северную ($С$) полярность. В результате якорь намагнитится, причем верхний его конец получит северную, а нижний — южную полярность. В следующий момент времени, когда игла, следуя борозде, отклонится влево, нижний конец якоря приблизится к нижнему отростку полюсного наконечника Π_1 , имеющему северную полярность, а верхний конец якоря — к верхнему отростку полюсного наконечника Π_2 , имеющему южную полярность, и концы якоря намагнитятся в обратном направлении.

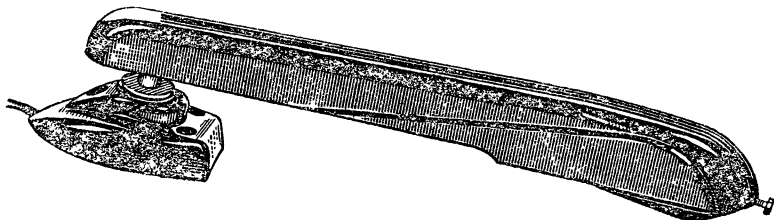
При движении борозды граммофонной пластинки под иглой ее конец будет поочередно отклоняться то в правую, то в левую сторону, в результате чего якорь будет непрерывно перемагничиваться. Но так как якорь $Я$ расположен внутри катушки с обмоткой $К$ и является как бы сердечником



Фиг. 1-19. Граммофонный электромагнитный звукосниматель.

последней, то это перемагничивание наводит в катушке переменную э. д. с. звуковой частоты. Эта э. д. с. подается через усилитель на громкоговоритель, который и воспроизведет записанные на пластинке звуки.

Звукосниматель можно включить вместо микрофона и осуществить, таким образом передачу по радио граммофонных записей.



Фиг. 1-20. Общий вид граммофонного звукоснимателя.

Кроме описанного электромагнитного звукоснимателя, применяются также пьезоэлектрические звукосниматели, в которых иголка приводит в колебание пьезоэлемент (см. стр. 35) и в нем возникают переменные э. д. с.

Общий вид граммофонного звукоснимателя показан на фиг. 1-20.

ГЛАВА ВТОРАЯ

КАК ПРОИСХОДИТ РАДИОПЕРЕДАЧА И КАК ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ РАДИОПРИЕМ

2-1. Излучение и распространение радиоволн

Электрические токи высокой частоты. Основными сооружениями всякой радиовещательной станции являются передатчик и антенна.

Передатчик представляет сложное радиотехническое устройство, вырабатывающее переменные токи очень высокой (большой) частоты и направляющие эти токи в антенну. Такие токи называют также колебаниями высокой частоты (сокращенно колебаниями в. ч.).

Для измерения высоких частот единица частоты герц оказывается слишком малой и поэтому неудобной для практики, вследствие чего для их измерения применяют единицу в тысячу раз большую и носящую название килогерц (сокращенное обозначение *кГц*) и единицу в миллион раз большую, чем герц, и носящую название мегагерц (сокращенное обозначение *мГц*).

Передатчики различных радиовещательных станций вырабатывают и передают в свои антенны переменные токи с частотами примерно от 150 *кГц* до 17 *мГц*, причем каждый передатчик работает только на своей, отведенной ему частоте¹.

¹ Отдельные радиовещательные передатчики работают на еще более высоких частотах. Так, например, московская радиостанция, ведущая передачу по радио изображений (телевидения), вырабатывает частоты около 50 *мГц*.

Мощности переменного тока в. ч., отдаваемые различными передатчиками в свои антенны, составляют десятки, сотни и тысячи киловатт.

Электромагнитное поле. Антенна представляет систему проводников, поднятых над землей на высоких мачтах или башнях. По этим проводникам проходят переменные токи в. ч., поступающие от передатчика, в результате чего вокруг антенных проводников возникают электрическое и магнитное поля, изменяющиеся с той же частотой, с какой изменяется и ток в проводниках. Силы, или, как говорят, напряженности электрического и магнитного полей связаны между собой и с величиной тока в антенне. Чем больше ток, тем сильнее поля. Фактически вокруг антенны существует одно общее силовое поле, обладающее свойствами как электрического, так и магнитного полей. Такое поле называется электромагнитным полем.

Излучение радиоволн. Особенностью электромагнитного поля, возбужденного токами в. ч., является то, что оно отделяется от антенны и распространяется в окружающем пространстве во все стороны, унося с собой полученную им от антенны энергию. Это явление носит название излучения антенной электромагнитной энергии.

Скорость распространения электромагнитной энергии в свободном пространстве равна скорости распространения света — 300 000 км/сек (почти в миллион раз больше скорости распространения звука в воздухе).

Совпадение скоростей распространения электромагнитной энергии и света не случайно: свет также представляет распространяющееся в пространстве электромагнитное поле, но только несравненно более высокой частоты.

В силу общности своей природы как свет, так и электромагнитное поле радиостанции могут распространяться в пустоте. Распространение света и электромагнитного поля радиостанции происходит в виде волн. Соответственно с этим аналогично понятию «световые волны» общеприняты понятия «электромагнитные волны» и «радиоволны». В дальнейшем мы будем широко пользоваться последним термином, как наиболее кратким и удобным.

Вследствие того, что антенна излучает в пространство энергию и эта энергия распространяется в пространстве так же, как распространяются световые лучи, и родилось название «радио». «Радио» означает по-русски «луч». Следовательно, слово «радиопередача» означает — «передача лучами».

Следует отметить, что как для света, так и для излучаемых радиоволн существуют тела «прозрачные», через которые они могут проникать, и «непрозрачные», которые задерживают их распространение. Как и свет, волны радиостанции могут отражаться и преломляться при переходе из среды с одними физическими свойствами в среду с другими физическими свойствами. Однако многие тела, непрозрачные для света, являются прозрачными для радиоволн, и наоборот. Например, радиоволны проходят сквозь сухое дерево так же свободно, как сквозь стекло, а то же время верхние слои атмосферы, совершенно прозрачной для света, могут оказаться непреодолимым препятствием на пути радиоволн.

Длина волны. Длиной электромагнитной волны называется расстояние, на которое она распространяется за время одного периода колебания тока в антенне. Например, если частота переменного тока в антенне равна 1 мГц, то за один период, т. е. за одну миллионную долю секунды, электромагнитная волна, распространяющаяся со скоростью в 300 000 км/сек (или 300 млн. м/сек) успеет пройти 300 м и, следовательно, длина электромагнитной волны будет равна 300 м. Таким обра-

зом, длина электромагнитной волны зависит от частоты тока в антенне: чем больше частота, тем короче волна, и наоборот.

Полезно запомнить простые правила определения длины волны по частоте, и наоборот, частоты — по длине волны.

1. Для определения длины волны λ в м по известной частоте нужно разделить скорость распространения волн в метрах (300 000 000 м/сек) на частоту f в герцах, т. е.

$$\lambda_{\text{м}} = \frac{300\,000\,000}{f_{\text{гц}}} \quad (1)$$

Если частота f дана в килогерцах или мегагерцах, то для определения длины волны можно пользоваться формулами

$$\lambda_{\text{м}} = \frac{300\,000}{f_{\text{кгц}}} \quad (2)$$

$$\lambda_{\text{м}} = \frac{300}{f_{\text{мгц}}} \quad (3)$$

2. Для определения частоты в килогерцах или мегагерцах по известной длине волны λ можно пользоваться формулами:

$$f_{\text{кгц}} = \frac{300\,000}{\lambda_{\text{м}}} \quad (4)$$

$$f_{\text{мгц}} = \frac{300}{\lambda_{\text{м}}} \quad (5)$$

Примеры. 1. Определить длины волн радиостанций Центрального радиовещания, передатчики которых вырабатывают переменные токи с частотами 173 кгц и 11,83 мгц.

Длину волны первого передатчика определяем по формуле (2)

$$\lambda_{\text{м}} = \frac{300\,000}{173} = 1\,734 \text{ м.}$$

Длину волны второго передатчика определяем по формуле (3)

$$\lambda_{\text{м}} = \frac{300}{11,83} = 25,38 \text{ м.}$$

2. Определить частоту тока, вырабатываемого передатчиком, если известно, что излучаемая им волна равна 31,58 м.

По формуле (5) находим:

$$f_{\text{мгц}} = \frac{300}{31,58} = 9,5 \text{ мгц.}$$

Как мы увидим дальше, различие в частотах (длинах волн) отдельных радиовещательных станций позволяет слушать передачу любой одной какой-либо станции при одновременной работе других станций, без «помех» со стороны последних. Если бы несколько радиостанций работало одновременно на одной и той же волне (частоте), такая возможность была бы исключена, так как все эти радиостанции были бы слышны в приемнике одновременно и «отстроиться» от нежелательных станций было бы невозможно.

Радиовещательные диапазоны. Электромагнитные волны, применяемые для радиовещания, разделяются на четыре диапазона (группы): длинные, средние, короткие и ультракороткие.

Длинными волнами обычно считают волны от 2 000 до 700 м, средними — волны от 590 до 200 м, короткими — волны от 70 до 19 м и ультракороткими — волны короче 10 м. Указанные границы радиовещательных диапазонов являются приблизительными и определяются главным образом рабочими длинами волн, используемыми радиовещательными станциями.

На ультракоротких волнах пока работают только единичные радиовещательные станции, передающие одновременно со звуком изображение, и экспериментальные станции.

Особенностью коротковолнового диапазона является то, что радиовещательные станции работают в нем на волнах, занимающих очень ограниченные его участки. Соответственно в его пределах различают следующие частичные диапазоны:

1) «19-метровый диапазон», ограниченный примерно длинами волн 19,4—19,9 м;

2) «25-метровый диапазон», ограниченный примерно длинами волн от 25,2 до 25,6 м;

3) «30-метровый диапазон», ограниченный примерно длинами волн от 30,6 до 32 м;

4) «40-метровый диапазон», ограниченный примерно длинами волн от 40,7 до 41,8 м;

5) «49-метровый диапазон», ограниченный примерно длинами волн от 48,4 до 50,5 м.

Дальность действия радиовещательной станции. Дальность действия радиостанции, т. е. наибольшее расстояние, на котором могут быть приняты ее передачи, зависит от ее рабочей длины волны и от ее мощности.

Передача радиостанции, работающей на «короткой» волне, может быть услышана на расстоянии в несколько тысяч километров, но не всегда слышна на более близких расстояниях. В то же время передача радиостанции, работающей на длинной волне, часто не слышна на таких больших расстояниях, на которых слышны передачи коротковолновых станций. Дальность действия радиовещательных станций, главным образом станций, работающих на длинных и средних волнах, зависит от мощности их передатчиков; чем больше мощность передатчика, тем большую энергию несут его радиоволны и тем на большем расстоянии они могут быть приняты на радиоприемник. Здесь можно провести аналогию со светом; чем ярче, мощнее источник света, тем на большем расстоянии он виден.

Радиоприем. Энергия излученных антенной передатчика радиоволн по мере удаления их от передатчика распределяется все в большем и большем объеме. Прием радиопередач — радиоприем — заключается в том, что из пространства «улавливается» некоторое количество энергии радиоволн. Очевидно, что чем дальше от радиовещательной станции будет

осуществляться радиоприем, тем меньшее количество энергии может быть «уловлено» из пространства. На некотором расстоянии от радиовещательной станции энергия радиоволны будет настолько мала, что никакой радиоприемник не сможет ее обнаружить.

«Улавливание» энергии радиоволн из пространства осуществляется приемной антенной, которая в простейшем случае представляет изолированный провод, подвешенный на некоторой высоте над землей. Радиоволны, пересекая проводник, индуктируют в нем переменную э. д. с. с такой же частотой, как и в антенне передатчика, т. е. отдают проводнику (антенне) часть своей энергии, которая может быть обнаружена радиоприемником. Возможность приема передач радиовещательной станции на том или другом расстоянии зависит также от системы и качества применяемого радиоприемника. Ламповый приемник может принять передачу радиовещательной станции на большем расстоянии, чем детекторный (безламповый) радиоприемник. Поэтому говорят, что ламповый приемник более чувствителен, чем детекторный.

Поглощение радиоволн. Радиоволны, встречая на пути своего распространения антенны, а также металлические строения, леса, горы и другие неровности на поверхности земли, которые также являются в известной мере проводниками, отдают им часть своей энергии и в результате запасенная в волне энергия уменьшается, или, как говорят, радиоволна *затухает*.

Затухание или поглощение радиоволны может происходить также под влиянием солнечного света; воздух, хотя и в очень слабой степени, но все же становится проводящим и распространение электромагнитной энергии в нем сопровождается потерями энергии радиоволн.

Особенности распространения радиоволн различной длины. Долгое время считали, что наиболее благоприятными для дальней радиопередачи являются очень длинные волны, так как думали, что полезной для передачи является только та часть излучаемой электромагнитной энергии, которая распространяется вдоль земной поверхности (так называемая *поверхностная волна*), а энергия, излучаемая антенной вверх, считалась утерянной для передачи. В действительности же при передаче на коротких волнах может быть наиболее целесообразно использована именно эта излучаемая вверх и распространяющаяся в верхних слоях атмосферы так называемая *пространственная волна*. Энергия, излучаемая параллельно земной поверхности, сильно поглощается ею и потому может быть обнаружена лишь на относительно небольших расстояниях от передатчика. Энергия же, излучаемая вверх, встречает в верхних слоях атмосферы более благоприятные для ее распространения условия, так как претерпевает там небольшие потери и при определенных условиях отражается обратно к земле на больших расстояниях от передающей станции. Это объясняется следующим.

Нижние слои атмосферы представляют электрически непроводящую среду и в них электромагнитная волна распространяется прямолинейно. В верхних, более разреженных, слоях атмосферы под влиянием лучей солнца и других причин космического характера электрически нейтральные молекулы газов ионизируются, т. е. распадаются на частицы, несущие отрицательный заряд, и частицы, несущие положительный заряд. Атмосфера в таком состоянии приобретает свойства электропроводности. В нижних слоях атмосферы также имеет место ионизация, но здесь она получается весьма незначительной. По мере же удаления от поверхности земли ионизация возрастает и на некоторой высоте получается наибольшая.

Наличие ионизированного слоя атмосферы, называемого ионосферой, оказывает существенное влияние на направление движения радиоволн. Это влияние различно по отношению к волнам различной длины. Оно также зависит от степени ионизации и высоты слоя с большей ионизацией в данный момент и от угла, под которым излученная вверх волна встречает ионосферу. Может создаться такая комбинация этих величин, что посланная вверх энергия радиоволны вообще на землю обратно не вернется. Можно для данного состояния и высоты ионосферы выбрать волну такой длины, что, дойдя до ионосферы, она некоторое расстояние будет двигаться в ней, постепенно поворачиваясь в сторону земли, и, наконец, выйдя из ионосферы, попадет на землю, обеспечивая в этом месте прием передачи.

В другие места, расположенные ближе к радиовещательной станции, не попадают ни волны, распространяющиеся вдоль земной поверхности, ни волны из ионосферы. Такие области носят название мертвых зон, или зон молчания.

В зависимости от освещенности атмосферы солнцем (от времени года и времени суток) изменяется степень ионизации ионосферы и изменяется высота наибольшей ионизации. В результате этих изменений условия распространения коротких волн различной длины также изменяются. Так, передачи радиовещательной станции, работающей, например, на волне длиной 19 м, могут быть хорошо слышны в некоторых местностях только днем, но не слышны с наступлением темноты. В то же время передачи расположенной рядом радиовещательной станции, работающей на волне 41 м, будут там же хорошо слышны только вечером и ночью, но не слышны днем. В других же местностях станция может быть хорошо слышна в дневное время.

Ионосфера оказывает влияние также на слышимость в разное время суток радиовещательных станций средневолнового диапазона и нижней части длинноволнового диапазона в относительно отдаленных от них местностях. В дневное время в эти районы доходит только очень незначительная энергия, доставляемая волнами, распространяющимися вдоль земной поверхности. С наступлением темноты вследствие изменений свойств ионосферы в эти местности доходит также энергия, излученная указанными радиостанциями вверх и распространяющаяся в верхних слоях атмосферы,— слышимость этих станций увеличивается.

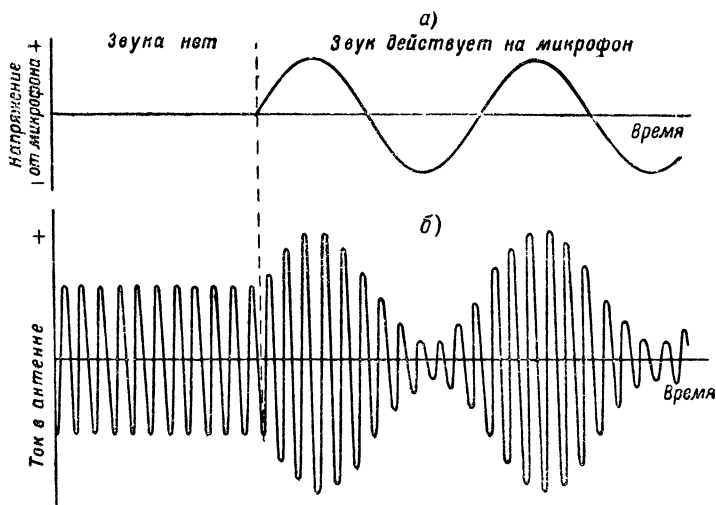
По этим соображениям радиовещательные передачи из Москвы и других крупных центров Советского Союза производятся одновременно через несколько радиостанций, работающих на волнах различной длины. Передачи длинноволновых радиовещательных станций, волны которых распространяются вдоль земной поверхности, принимаются уверенно в определенном радиусе от Москвы; на больших же расстояниях, надежный прием в любое время суток и года обеспечивается от той или другой радиовещательной станции, работающей на короткой волне.

Замирания. Кроме упомянутых изменений состояния ионосферы,носящих довольно закономерный характер, имеют место также кратковременные изменения состояния ионосферы, в результате которых нарушаются пути распространения коротких и средних волн. Это приводит к значительным колебаниям слышимости отдельных коротковолновых и средневолновых радиовещательных станций вплоть до полного ее исчезновения. Эти явления носят название замираний,

2-2. Радиотелефонная передача

Процесс передачи звуков по радио состоит в основном в следующем.

Микрофон, находящийся в радиостудии (в театре, в концертном зале, на стадионе), соединен проводами с усилителями на радиовещательном узле, которые в свою очередь соединены проводами с передатчиком радиовещательной станции. Переменные токи звуковой частоты, созданные микрофоном под действием на него звуковых волн и усиленные соответствующими усилителями, воздействуют на амплитуду тока в. ч., поступающего от передатчика в его антенну. Когда микрофон дает ток одного



Фиг. 2-1. Графическое изображение процесса модуляции.

направления, амплитуды тока в. ч. увеличиваются, соответственно увеличивается и излучаемая антенной энергия. При изменении направления вырабатываемого микрофоном тока амплитуды тока в. ч. уменьшаются и соответственно уменьшается излучаемая антенной энергия. При этом изменения амплитуд тока в. ч. в антенне, т. е. изменения излучаемой антенной энергии, в точности следуют за изменениями тока н. ч., создаваемого микрофоном. Чем больше частота передаваемого звука и соответственно частота вырабатываемого микрофоном тока, тем с большей частотой изменяются амплитуды токов в. ч. в антенне.

Процесс изменения амплитуды токов в. ч. носит название модуляции, а изменяющиеся по амплитуде колебания в. ч. носят название модулированных колебаний. Описанный процесс модуляции показан графически на фиг. 2-1: кривая *а* показывает изменение величины тока, создаваемого микрофоном, а нижняя кривая *б* — соответствующие изменения амплитуды тока в. ч.

Глубина модуляции. Чем громче звук перед микрофоном, тем большие амплитуды токов н. ч. будут поступать на передатчики, тем в больших пределах будут изменяться амплитуды токов в. ч. или, как говорят, тем глубже будет модуляция. Глубина модуляции обычно выражается в процентах. Если, например, амплитуды колебаний токов в. ч. при модуляции увеличиваются и соответственно уменьшаются на 50% по сравнению с амплитудами токов в. ч. при отсутствии звуков перед микрофоном, то это соответствует глубине модуляции 50%.

Боковые частоты. Модулированные колебания в. ч. не представляют собой колебаний только с одной определенной частотой, а состоят из трех высокочастотных колебаний. Частота одного из этих колебаний постоянна: колебания этой частоты вырабатывает и передает в антенну передатчик независимо от того, действует звук на микрофон или не действует. Эта частота носит название основной или несущей частоты. Две другие частоты, вырабатываемые передатчиком только при действии звука на микрофон, носят название боковых частот: одна из них больше основной частоты, а другая—меньше основной частоты на число герц, соответствующее звуковой (модулирующей) частоте. Так, например, если несущая частота передатчика равна 173 000 гц и на микрофон действует частота 1 000 гц, то появляются боковые частоты: 1) $173\,000\text{ гц} + 1\,000\text{ гц} = 174\,000\text{ гц}$ и 2) $173\,000\text{ гц} - 1\,000\text{ гц} = 172\,000\text{ гц}$.

В действительности же, так как при радиовещании передается целая полоса звуковых частот, то получается группа боковых частот меньших и больших несущей частоты. Частоты больше несущей, называются верхними боковыми частотами, а частоты меньшей несущей—нижними боковыми частотами. Если по радио передается полоса частот, например, от 100 до 4 500 гц, то передатчик с несущей частотой 173 кгц будет вырабатывать следующие частоты:

верхние боковые: от $173\,000\text{ гц} + 4\,500\text{ гц} = 177\,500\text{ гц}$
до $173\,000\text{ гц} + 100\text{ гц} = 173\,100\text{ гц}$;
несущую 173 000 гц;
нижние боковые: от $173\,000\text{ гц} - 100\text{ гц} = 172\,900\text{ гц}$
до $173\,000\text{ гц} - 4\,500\text{ гц} = 168\,500\text{ гц}$.

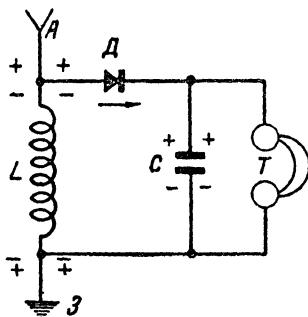
При этом антенна передатчика излучает и несколько отличающихся друг от друга по длине волн. Однако всегда указывают только несущую частоту радиовещательной станции, подразумевая существование боковых частот. Амплитуды колебаний боковых частот будут тем больше, чем глубже модуляция, но они всегда меньше, чем амплитуда колебаний несущей частоты.

Необходимо заметить, что длины волн (частоты) распределяют между радиовещательными станциями таким образом, чтобы частоты верхней боковой полосы одной станции не совпадали бы с частотами нижней боковой полосы другой станции. Считая, что каждая боковая полоса имеет «ширину» в 4 500 гц, очевидно необходимо, чтобы разность между несущими частотами различных станций была не менее 9 000 гц. В противном случае некоторые верхние боковые частоты одной станции будут совпадать с нижними боковыми частотами другой станции и при приеме передачи одной из них неизбежно всегда будет прослушиваться передача другой станции—станции будут создавать помехи друг другу.

2-3. Радиоприем

Мощность токов в. ч., создаваемых радиоволнами в приемной антенне, ничтожно мала по сравнению с мощностью в передающей антенне, но она изменяется соответственно с мощностью, излучаемой передающей антенной. Следовательно, в приемной антенне также возникнут модулированные токи в. ч., амплитуды которых будут изменяться с частотой звука, действующего на микрофон в радиостудии.

Если катушку, намотанную из изолированного провода, одним концом обмотки присоединить к изолированному проводу, подвешенному над землей, а другой конец ее заземлить (соединить с землей)¹, то индуктированная в антенне э. д. с. вызовет ток в. ч., который пройдет по этой



Фиг. 2-2. Схема простейшего детекторного приемника.

катушке в землю и создаст на ее концах переменное напряжение в. ч. Если к концам катушки подключить телефон, то это напряжение вызовет через телефон ток в. ч. Но мы в телефоне передачи не услышим, так как ток в. ч. не может привести в колебание мембрану телефона.

Но даже если бы технически и возможно было устроить телефон с такой легкой и подвижной мембраной, что она могла бы колебаться с высокой частотой, наше ухо таких колебаний все равно не услышит. Чтобы услышать передачу, мы должны добавить к такому устройству еще две детали: детектор и блокировочный конденсатор (см. фиг. 2-2).

Телефон *T*, детектор *D* и блокировочный конденсатор *C* совместно образуют детекторный контур.

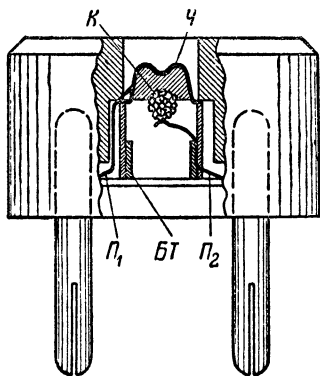
Антенна *A* с заземлением *З* и включенной между ними катушкой *L* называют антенным контуром.

Антенный контур вместе с детекторным контуром, связанные (соединенные) между собой, как показано на фиг. 2-2, составляют простейший детекторный приемник.

¹ Практические указания по устройству заземления даны в четвертой главе этой книги.

Устройство и действие детектора. В детекторных приемниках обычно применяется кристаллический детектор¹, основными частями которого являются кристалл и прикасающаяся к нему металлическая пружина. Для детектора используются кристаллы минералов, носящих название свинцового блеска, пирита, халькопирита, а также кристаллы из сплава алюминия, кремния и железа (кремниевые кристаллы) и некоторые другие, обладающие электропроводностью. Контакт такого кристалла с металлом пропускает хорошо ток в одном направлении (например, от кристалла к металлу) и почти не пропускает ток в противоположном направлении. Это свойство детектора называется односторонней проводимостью и особенно сильно проявляется, когда металлическая пружинка соприкасается с некоторыми определенными точками кристалла. Эти точки носят название чувствительных точек и находятся практически.

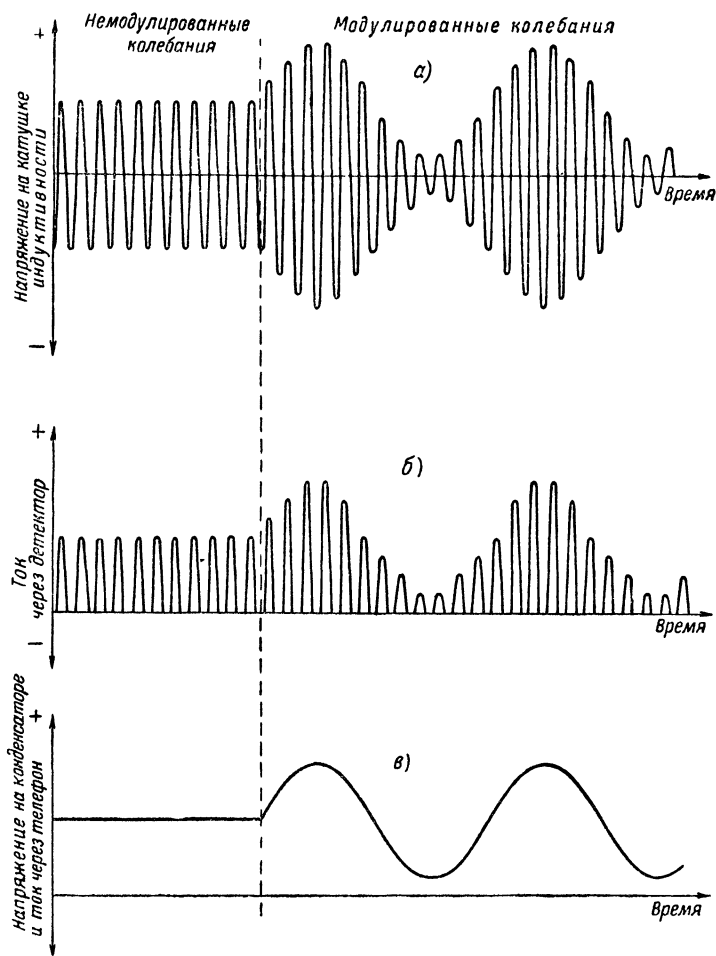
Одна из распространенных конструкций детектора показана на фиг. 2-3. По внешнему виду он представляет штепсельную вилку, внутри которой помещается металлическая чашечка 4 с впаянным в нее кремниевым кристаллом К. Чашечка с кристаллом при помощи плоской металлической пластинки Π_1 соединена с одним из штырьков (ножек) штепсельной вилки. Другой штырек соединен с другой латунной пружинкой Π_2 , касающейся своим верхним концом кристалла. БТ—бумажная трубка, пропитанная бакелитовым лаком и служащая в качестве изоляции. Чашечка с верхней стороны имеет шлиц. Через отверстие в штепсельной вилке отверткой можно поворачивать чашечку, изменяя тем самым положение кристалла по отношению к пружинке Π_2 и, таким образом, находить наиболее чувствительную точку.



Фиг. 2-3. Устройство кремниевого детектора и его схематическое изображение.

Что же получается, если между катушкой и телефоном включить детектор (фиг. 2-2)? Допустим, что детектор пропускает ток в направлении, показанном на фиг. 2-2 стрелкой. Сначала рассмотрим случай, когда радиовещательная станция излучает немодулированные колебания (на микрофон звуки не действуют). Когда на верхнем конце катушки будет положительный по отношению к земле потенциал, через детектор пройдет ток (фиг. 2-4,б) и зарядит верхнюю обкладку конденсатора положительно; нижняя обкладка конденсатора получит соответственно отрицательный заряд. Когда же на верхнем конце катушки будет отрицательный потенциал, детектор тока через себя не пропустит (или пропустит настолько слабый ток, что получающийся на верхней обкладке конденсатора отрицательный заряд не скомпенсирует накопившийся ранее положительный

¹ В дальнейшем вместо кристаллический детектор мы будем писать для краткости просто детектор.



Фиг. 2-4. Графическое изображение напряжений и токов, действующих в различных цепях детекторного радиоприемника.

заряд). Во время следующего периода колебания высокой частоты, когда на верхнем конце катушки потенциал снова будет положительным, детектор снова пропустит ток и верхняя обкладка конденсатора получит опять положительный заряд. Таким образом, все время, пока антенна улавливает энергию радиоволн, конденсатор будет непрерывно подзаряжаться «импульсами» (кратковременными «бросками»), проходящими через детектор тока. В результате на конденсаторе все время будет существовать почти неизменный заряд (напряжение) (фиг. 2-4, в).

Однако в то же время конденсатор будет разряжаться на обмотки телефона¹, создавая через них постоянный ток, под действием которого мембрана телефона либо притянется, либо отойдет от магнитных полюсов и останется в таком положении, пока в антенне будут существовать колебания в. ч. с неизменной амплитудой. Следовательно, и при наличии детектора в схеме в этом случае телефон никаких звуков воспроизводить не будет.

Если же радиовещательная станция будет излучать модулированные колебания в. ч., то ток в приемной антенне и, следовательно, амплитуда напряжения в. ч. на концах присоединенной к антенне катушки будут изменяться (фиг. 2-4,а), вследствие чего соответственно будут изменяться по величине и импульсы тока через детектор (фиг. 2-4,б), заряжающие конденсатор, будет изменяться и ток через телефон (фиг. 2-4,в). В результате изменений этого тока, которые, как нетрудно сообразить, будут происходить в такт с изменениями тока, создаваемого микрофоном, будет колебаться и мембрана телефона и воспроизводить такие же звуки, которые действуют на микрофон.

Отметим, что в случае применения пьезоэлектрического телефона обычно нет необходимости применять в детекторном контуре блокировочный конденсатор C , так как пьезоэлектрический кристалл сам обладает свойствами конденсатора. Вместо него включается сопротивление для пропускания через него создаваемого детектором постоянного тока.

Когда энергия передается из одного контура в другой, говорят, что между этими контурами существует связь. В данном случае мы можем сказать, что антенный контур связан с детекторным контуром.

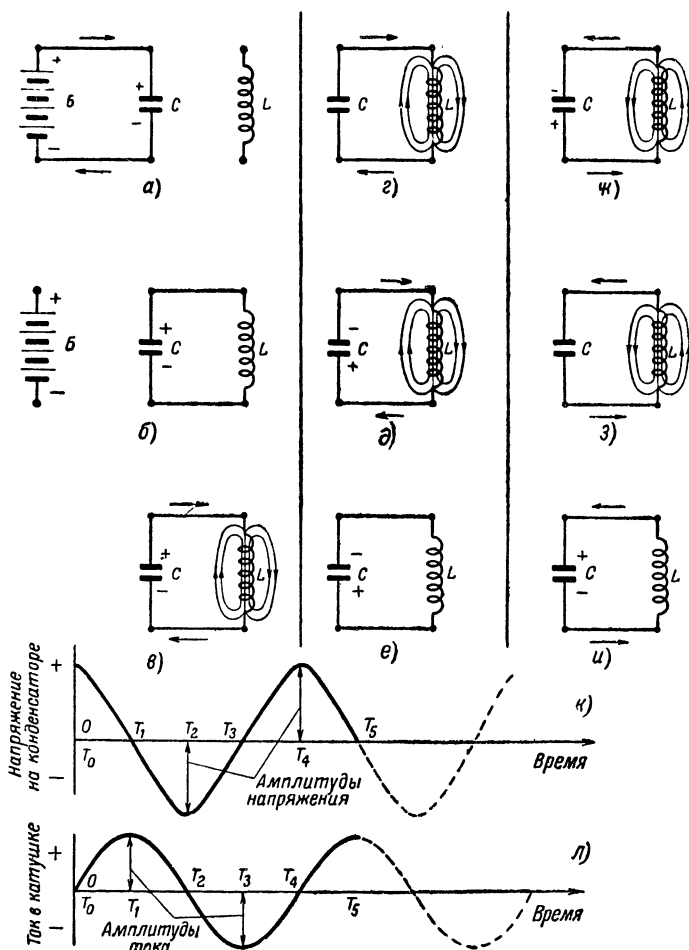
С помощью описанного нами радиоприемного устройства можно принимать только близко расположенные радиовещательные станции, причем громкость в телефоне будет недостаточной. Чтобы принимать радиовещательные станции на больших расстояниях и с большей громкостью, нужно настроить антенну на волну принимаемой станции.

2-4. Колебательные контуры и явление резонанса

Колебательный разряд конденсатора. Возьмем батарею гальванических элементов B , конденсатор C и катушку L . Соединим обкладки конденсатора с полюсами батареи (фиг. 2-5,а), при этом конденсатор получит от батареи заряд — верхняя его обкладка зарядится положительно, а нижняя — отрицательно. Отсоединим теперь конденсатор от батареи и присоединим его обкладки к концам катушки (фиг. 2-5,б). Такое соединение конденсатора C с катушкой L носит название замкнутого колебательного контура. Как только мы соединим конденсатор с катушкой, он немедленно начнет разряжаться через катушку и в ней появится ток, направление которого показано стрелками на фиг. 2-5,в.

Как известно, индуктивность препятствует резким изменениям тока в цепи, а следовательно, она будет препятствовать и мгновенному возникновению через нее сильного тока, т. е. мгновенному разряду конденсатора. Это объясняется тем, что возникновение и нарастание тока через катушку вызовет появление вокруг ее витков магнитного поля, силовые линии которого условно показаны на фиг. 2-7,в в виде тонких линий у катушки. Это магнитное поле будет нарастать вместе с увеличением тока через катушку и на создание его будет расходоваться электрическая энергия, накопленная конденсатором. Нарастание магнитного поля вызо-

¹ Мы имеем в виду электромагнитный телефон.



Фиг. 2-5. Колебательный разряд конденсатора.

вет в катушке э. д. с. самоиндукции, направление которой противоположно направлению напряжения на конденсаторе, вызывающего ток через катушку, и, следовательно, будет стремиться препятствовать нарастанию тока через катушку.

Ток через катушку будет увеличиваться все время, пока будут существовать на обкладках конденсатора заряды и это нарастание тока прекратится лишь в тот момент, когда конденсатор полностью разрядится (фиг. 2-5,г).

Рассмотренный нами процесс от момента T_0 , когда мы замкнули конденсатор на катушку и начался разряд конденсатора, до того момента T_1 , когда конденсатор полностью разрядился, изображен графически на фиг. 2-5,к и 2-5,л

В момент T_1 , когда конденсатор полностью разрядился, т. е. напряжение на его обкладках стало равным нулю, ток в цепи должен бы сразу прекратиться, если бы в цепи не было индуктивности. Но как раз к этому моменту ток в цепи, а значит и магнитное поле, постепенно увеличиваясь, достигнут наибольших значений (фиг. 2-5,е). Дальнейшее нарастание тока в цепи невозможно, так как не существует на конденсаторе C напряжения, вызывающего этот ток: вся электрическая энергия, полученная конденсатором от батареи, израсходовалась и перешла в энергию магнитного поля катушки. Теперь ток, а следовательно, и магнитное поле начнут уменьшаться. Однако наличие индуктивности будет стремиться препятствовать этому уменьшению тока. Ослабление магнитного поля, вызванное уменьшением тока, вызовет в катушке э. д. с. самоиндукции, которая стремится поддерживать ток в цепи. Так как конденсатор полностью разряжен, то этот ток будет вновь его заряжать, но в обратном направлении (фиг. 2-5,р). При этом ток будет постепенно уменьшаться, а напряжение на обкладках конденсатора C , противоположное по знаку первоначальному на нем напряжению, будет постепенно нарастать. В момент T_2 (фиг. 2-5,к и 2-5,л) ток прекратится, магнитное поле катушки исчезнет, конденсатор C окажется заряженным почти до того же напряжения, как и вначале, но с обратным знаком (фиг. 2-5,е).

После этого все явления, которые имели место за время от T_0 до T_2 , повторятся вновь, но напряжения и токи будут иметь обратные направления (фиг. 2-5,ж,з,и), и в момент T_4 цепь придет в то же состояние, в котором она была в начальный момент T_0 (фиг. 2-5,б).

Ясно, что в этом состоянии цепь не останется, конденсатор снова начнет разряжаться, а ток постепенно увеличиваться, т. е. весь процесс будет повторяться снова и снова (пунктир на фиг. 2-5,к и 2-5,л).

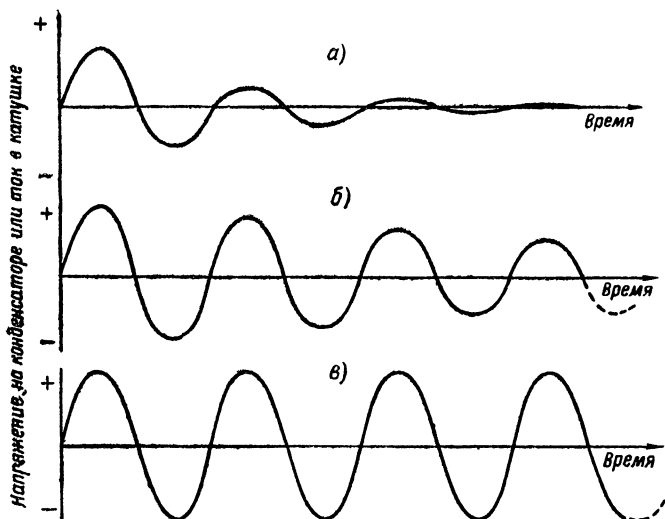
Свободные колебания. Итак, при присоединении катушки индуктивности к заряженному конденсатору напряжение на обкладках конденсатора и ток через катушку будут непрерывно изменяться по величине и по направлению, т. е. в колебательном контуре будут существовать переменный ток и переменное напряжение. В радиотехнике это явление обычно называют свободными электромагнитными колебаниями.

Термин «колебания» здесь применен по аналогии с колебаниями маятника или струны: как маятник или струна, выведенные из состояния покоя, начинают качаться (колебаться) из стороны в сторону, так и электрические заряды в колебательном контуре перемещаются от одной обкладки конденсатора к другой, и обратно. Название «свободные» здесь следует понимать в том смысле, что раз возникшие в контуре колебания будут существовать в нем независимо ни от каких внешних причин; их существование обусловлено свойствами самого контура, равно как и частота этих колебаний обусловлена исключительно свойствами самого контура, главным образом его индуктивностью и емкостью¹.

Затухание колебаний. Всякий колебательный контур, кроме емкости и индуктивности, всегда обладает еще и некоторым активным сопротивлением, основной частью которого в большинстве случаев является сопротивление проволоки намотки катушки. При прохождении через это

¹ Частоту свободных колебаний в контуре часто называют собственной частотой колебаний контура.

сопротивление тока в нем теряется часть энергии, часть электрической энергии конденсатора переходит не в магнитную, а в тепловую энергию, которая уже не может вновь перейти в электрическую. Обратно в электрическую энергию может перейти опять-таки не вся магнитная энергия катушки, а только часть ее. Под действием переменного электрического поля изоляционные вещества в конденсаторе (диэлектрики) также нагреваются, т. е. также поглощают энергию. В результате в момент T_2 (фиг. 2-5,к и 2-5,л) энергия в контуре будет меньше, чем в момент T_0 , в момент T_4 меньше, чем в момент T_2 , и т. д., т. е. амплитуды напряжений во время колебаний будут все время уменьшаться. То же будет



Фиг. 2-6. Графическое изображение быстро затухающих, медленно затухающих и незатухающих электрических колебаний.

происходить и с амплитудами тока, т. е. в действительности колебания будут происходить с уменьшающейся амплитудой, получаются так называемые *затухающие колебания*. Само явление уменьшения амплитуды называется *затуханием*. Затухающие колебания графически изображены на фиг. 2-6,а и 2-6,б. Затухание колебаний тем меньше, колебания затухают тем медленнее, чем меньше потери в контуре, т. е. меньше его сопротивление.

Аперiodический контур. Если потери в контуре очень велики, то уже во время первого разряда конденсатора вся запасенная в нем электрическая энергия перейдет в тепловую и конденсатор не сможет зарядиться вновь зарядом противоположного знака. Вместе с окончанием первого заряда конденсатора прекратится и ток в контуре, т. е. собственных колебаний в нем не возникает. Такой контур называется *аперiodическим*.

Незатухающие колебания. В современной радиотехнике затухающие колебания почти не имеют применения. Для радиосвязи и радиовещания

применяются только незатухающие колебания в. ч., т. е. такие, амплитуда которых не уменьшается во времени (фиг. 2-6, в).

Незатухающие колебания в контуре можно получить в том случае, если мы будем в такт с происходящими колебаниями восполнять убыль энергии в нем, что осуществляется с помощью электронных ламп.

Процессы, происходящие в замкнутом колебательном контуре, можно сравнить с качанием качелей. Если мы только один раз толкнем качели, они будут качаться, но их размах (амплитуда) будет постепенно уменьшаться и в конце концов они остановятся. Этот случай соответствует затухающим колебаниям. Если же во время каждого качания с определенной силой подталкивать качели, то мы можем добиться того, что они будут качаться непрерывно с одинаковым размахом. Этот случай соответствует незатухающим колебаниям.

Частота и период колебаний в замкнутом колебательном контуре. Период и частота свободных колебаний в колебательном контуре зависят от величин входящих в этот контур емкости и индуктивности. Чем больше емкость конденсатора, тем больше времени потребует на то, чтобы этот конденсатор полностью разрядился. С другой стороны, чем больше будет индуктивность контура, тем медленнее будет нарастать ток контура и тем медленнее будет происходить заряд конденсатора. Следовательно, как увеличение индуктивности, так и увеличение емкости увеличивают продолжительность периода и соответственно уменьшают частоту свободных колебаний в контуре. Частота f в герцах и период T в секундах свободных колебаний контура определяются приближенными формулами

$$f = \frac{1}{6,28\sqrt{LC}} \text{ гц,}$$

$$T = 6,28\sqrt{LC} \text{ сек.,}$$

где L — в гн (генри) и C — в ф (фарады).

Изменяя величины индуктивности катушки и емкости конденсатора, можно изменять частоту колебаний в контуре. Изменение этих величин с целью получения желательной частоты носит название *настройки контура на данную частоту*.

Антенна — открытый колебательный контур. Всякую антенну мы можем рассматривать как конденсатор, одной обкладкой которого является антенный провод, а другой обкладкой — земля или крыша, над которой этот провод подвешен и которая электрически соединена с землей тем или иным путем. Можно считать, что каждый метр антенного провода в среднем обладает по отношению к земле емкостью приблизительно в 5 пф.

Обратимся к фиг. 2-2. Здесь мы видим, что антенна и земля присоединены к концам катушки, т. е. емкость между антенным проводом и землей включена параллельно катушке. Следовательно, антенный контур, составленный катушкой с присоединенными к ней антенной и заземлением, является колебательным контуром. Такой контур носит название *открытого колебательного контура*. В нем могут возникать электрические колебания, как и в замкнутом колебательном контуре.

Необходимо отметить, что антенный провод, помимо емкости, обладает также еще и индуктивностью. Поэтому собственная частота открытого колебательного (антенного) контура зависит от величины индуктивности включенной в него катушки, индуктивности антенного провода и емкости между ним и землей.

Вынужденные колебания. Выше мы говорили, что радиоволны, пересекающие провод антенны, возбуждают в нем колебания с той же частотой, что и в антенне радиовещательной станции. Очевидно, что частота этих колебаний может отличаться от собственной частоты открытого колебательного контура — антенны. Такие колебания называют вынужденными колебаниями. Изменяя индуктивность катушки или емкость конденсатора колебательного контура, можно добиться, что его собственная частота будет равна частоте вынужденных колебаний. В этом случае говорят, что контур настроен на данную частоту вынужденных колебаний или настроен в резонанс с колебаниями, которые возникают в антенне под действием проходящих радиоволн.

Как мы знаем, каждой частоте соответствует определенная длина волны. Вследствие этого часто применяют вместо выражения «контур настроен в резонанс на такую-то частоту» равнозначащее выражение «контур настроен в резонанс на такую-то волну».

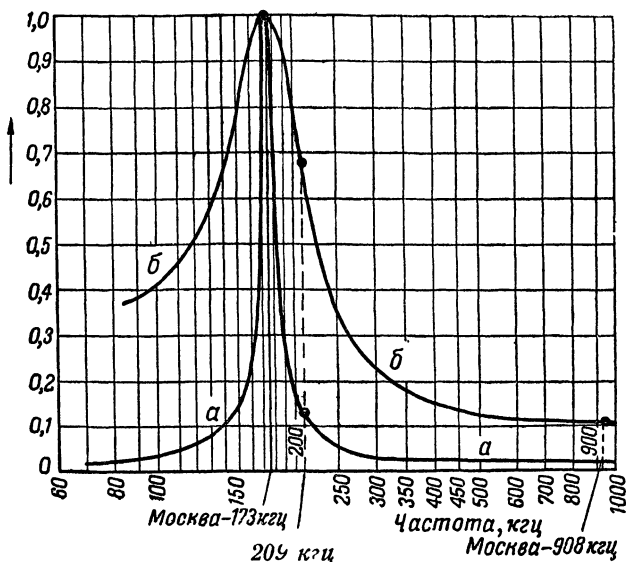
При настройке антенного контура точно в резонанс с приходящими колебаниями в нем возникают незатухающие колебания в. ч., так как приходящие радиоволны все время доставляют контуру энергию, которая и пополняет потери энергии в нем. При этом ток в антенне и в катушке получается большим, чем при отсутствии настройки. Соответственно получается большее напряжение на катушке в схеме фиг. 2-2, больший ток через детектор и более громкая слышимость в телефоне. Ток в антенном контуре зависит также от сопротивления проводов антенны и катушки: чем меньше их общее сопротивление, тем меньше потери энергии в них, тем больший получится ток в антенном контуре и тем большее напряжение возникнет на катушке.

Настроив антенный контур на частоту 173 кГц, на которой работает одна из радиостанций Центрального вещания (длина волны 1734 м), мы получим громкую слышимость передачи этой станции. Если в то же время будет работать другая радиовещательная станция, например, станция на частоте 209 кГц (длина волны 1435,5 м), то ее радиоволны также будут возбуждать в нашей приемной антенне переменные токи с этой же частотой. Но эти токи будут настолько слабее токов с частотой 173 кГц, что передача второй радиовещательной станции будет не слышна или слышна очень слабо, так как контур расстроен относительно ее частоты. Если же настроить антенный контур на частоту 209 кГц, уменьшив, например, индуктивность катушки, то благодаря резонансу в антенне получится наиболее сильный ток именно на этой частоте и громко будет слышна передача станции, работающей на этой частоте (на волне 1435,5 м). Передача станции на частоте 173 кГц (на волне длиной 1734 м) не будет слышна (или слышна очень слабо), так как контур расстроен относительно этой частоты.

Чем значительнее отличается частота колебаний, возбуждаемых приходящими волнами, от собственной частоты колебательного контура, тем меньше амплитуда этих колебаний. С другой стороны амплитуда колебаний, на которые контур не настроен в резонанс, будет тем меньше по сравнению с амплитудой колебаний, на которые контур настроен в резонанс, чем меньше сопротивление в контуре.

Избирательность контура. Примерные зависимости между частотой колебаний и током в двух различных колебательных контурах показаны на фиг. 2-7. Такие кривые носят название кривых резонанса или кривых избирательности колебательного контура. Кривая *a* характеризует изменение тока в. ч. в контуре со сравнительно малым со-

противлением, а кривая *б* — изменение тока в ч. в контуре с большим сопротивлением. Из этих кривых видно, что чем ближе частота вынужденных колебаний к собственной частоте контура, тем больше амплитуда тока этой частоты в контуре. Кривая *а* показывает, что если контур с малым сопротивлением настроен в резонанс с колебаниями московской радиовещательной станции, работающей на частоте 173 кГц, то другая радиовещательная станция, работающая на частоте 209 кГц, будет создавать в этом контуре ничтожно малые токи, т. е. передача этой станции почти не будет слышна (оговоримся, что такое соотношение токов будет



Фиг. 2-7. Кривые резонанса колебательных контуров, настроенных на частоту 173 кГц.

иметь место в тех районах Советского Союза, где передачи обеих станций создают электромагнитные поля одинаковой напряженности). Из этой же кривой *а* на фиг. 2-7 следует, что передача московской станции, работающей на частоте 908 кГц (волна 330,4 м), практически не будет слышна. Кривая *б* на фиг. 2-7 показывает, что хотя в колебательном контуре с большим сопротивлением, настроенном на ту же частоту 173 кГц, ток этой частоты и будет наибольшим, но и ток с частотой 209 кГц также будет значительным. Следовательно, одновременно с передачей московской станции будет слышна с несколько меньшей громкостью и передача второй станции.

Итак, с помощью контура с малым сопротивлением мы можем, настраивая его на желательную станцию, одновременно отстраиваться от слышимости других станций, работающих на других частотах. Контур с большими потерями при настройке на определенную радиовещательную станцию не обеспечивает отстройки от других станций или, как говорят, и другие станции создают помехи радиоприему. Такой контур называют контуром с тупой настройкой или контуром с плохой изби-

рательностью. В отличие от него контур с резонансной кривой типа *a* называют контуром с острой настройкой или контуром с хорошей избирательностью.

Чтобы колебательный контур обладал хорошей избирательностью, т. е. чтобы его общее сопротивление было, по возможности, малым, антенна делается из медного провода, по возможности большого диаметра, катушка также наматывается из медного провода. Прием передач отдаленных станций вблизи мощной радиовещательной станции обычно всегда сопровождается более или менее значительными помехами со стороны последней. Это объясняется тем, что волны близкорасположенной радиостанции возбуждают в приемной антенне токи, значительно большие, чем токи, возбужденные волнами отдаленной станции, даже если антенный контур настроен в резонанс на частоту последней. В этих случаях для отстройки от близкой станции приходится принимать специальные меры.

Дальность приема на детекторный приемник. Если антенный контур детекторного приемника не настроен в резонанс, то на него можно принимать передачи мощных радиовещательных станций в лучшем случае на расстоянии порядка десятка километров. При настройке же антенного контура в резонанс передачи мощных московских длинноволновых радиостанций с удовлетворительной громкостью можно слушать на расстояниях до 1 000—1 500 км от Москвы, а с небольшой громкостью — на еще больших расстояниях. Передачи менее мощных областных радиовещательных станций при настройке контура в резонанс можно слушать на расстояниях в сотни километров.

2-5. Атмосферные и промышленные помехи радиоприему

Кроме помех от работы других радиостанций большим злом при радиоприеме являются атмосферные и промышленные помехи, от которых избавиться часто очень трудно, а иногда и совсем невозможно.

Атмосферные помехи. В окружающей землю атмосфере непрерывно происходят различные электрические процессы: электризация облаков, электрические (грозовые) разряды, в ионизированных слоях атмосферы возникают электрические токи. Все эти явления создают электромагнитные поля, которые, распространяясь в пространстве, достигают приемных антенн и возбуждают в них колебания различных частот, в результате чего в телефонах радиоприемников слышны трески — атмосферные помехи. От грозовых разрядов, происходящих в непосредственной близости от приемной антенны, в последней могут возникнуть очень большие токи, способные повредить (пережечь) сравнительно тонкую проволоку катушки индуктивности приемника и вывести из строя другие его детали. Поэтому при приближении грозы всегда нужно отсоединять приемник от антенны и соединять ее с землей через грозопереклюатель (см. главу четвертую).

Атмосферные помехи различны по силе в различных местностях в различное время года и суток, при различной погоде. Чем длиннее принимаемая волна, тем сильнее они, обычно, слышны.

Промышленные помехи. Эти помехи, также проявляющие себя как трески и шумы в телефонах радиоприемников, ощущаются вблизи от различных электрических установок: генераторов электрического тока, электродвигателей, киноустановок, звонков, телеграфных аппаратов и т. п. При работе этих электрических устройств в их цепях, обладающих индуктивностью и емкостью, могут возникать электрические колебания в ч.,

подобно тому как возникают колебания в замкнутом колебательном контуре. Эти колебания возникают всегда, когда в электроустановках имеет место искрение. Провода, соединенные с этими установками, служат своеобразными излучающими антеннами, и в результате возникают в окружающем пространстве электромагнитные волны, которые, возбуждая токи в ч. в приемных антеннах, создают трески и шумы в телефонах радиоприемников.

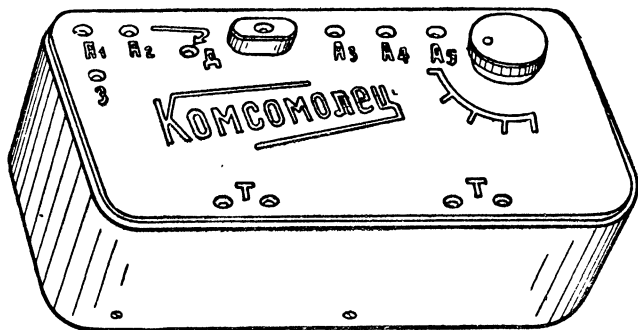
Борьба с этими помехами может быть эффективна, если она направлена непосредственно на устранение их причин. В частности, слышимость помех всегда уменьшается, если устранить искрение на коллекторе генератора, электродвигателя и у других контактов электроприборов. Помехи могут быть также ослаблены включением в электроустановки специальных приборов — фильтров, состоящих из конденсаторов и катушек индуктивности.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ДЕТЕКТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ

3-1. Детекторный приемник „Комсомолец“

Общий вид детекторного приемника «Комсомолец» показан на фиг. 3-1, а на фиг. 3-2 приведена его схема, из которой видно, что в приемнике имеются три катушки L_1 , L_2 и L_3 . В зависимости от того,



Фиг. 3-1. Общий вид детекторного приемника „Комсомолец“.

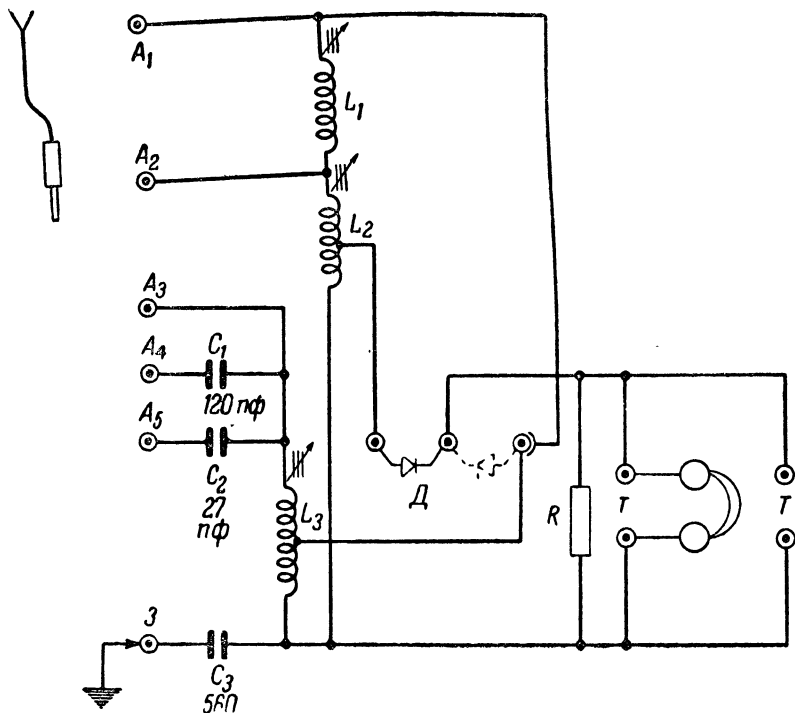
на какой волне предполагается принимать радиовещательную станцию, в антенный контур включается та или иная из этих катушек.

Конструкция катушек. Катушка L_1 намотана медным проводом диаметром 0,14 мм (в эмалированной изоляции) на картонной трубке (каркасе) диаметром около 23 мм и длиной 110 мм (фиг. 3-3). Поверх обмотки катушки L_1 надета вторая картонная трубка, на которой намотана таким же проводом катушка L_2 . Катушка L_3 , имеющая наименьшее число витков из трех катушек, намотана проводом диаметром 0,2 мм (в эмалированной изоляции) на отдельной трубке. Эта трубка также надета поверх трубки, на которой намотана катушка L_1 .

Настройка альсиферовым сердечником. Внутри средней трубки может передвигаться посредством рычага с ручкой сердечник цилиндрической

формы из особого магнитного материала, т. е. материала, который способен намагничиваться.

Как известно, если внутрь катушки поместить сердечник из магнитного материала, то магнитное поле, создаваемое катушкой, усиливается, а следовательно, увеличивается и индуктивность катушки. При выдвига-



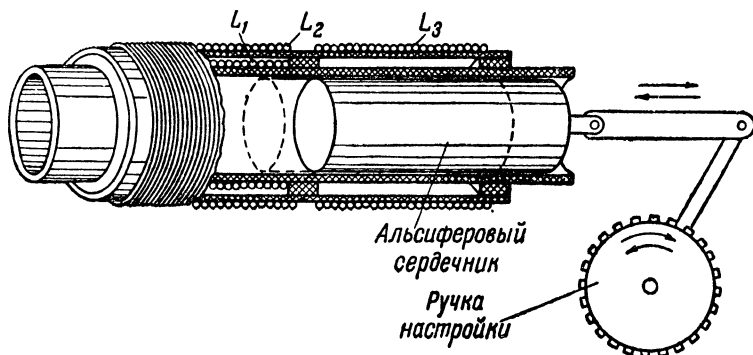
Фиг. 3-2. Схема детекторного приемника „Комсомолец“.

нии этого сердечника из катушки индуктивность ее будет соответственно уменьшаться. Таким способом можно, очевидно, производить настройку контура. Однако этот способ настройки раньше не применялся, так как сердечники из обычных магнитных материалов вызывают большие потери энергии в магнитном поле высокой частоты. Потери эти обуславливаются тем, что часть энергии магнитного поля при быстрых перемагничиваниях сердечника переходит в тепло. Советские специалисты изобрели особый магнитный материал, который, изменяя индуктивность катушки, почти не вносит потерь. Этот материал представляет собой размельченный в мелкий порошок сплав железа, кремния и алюминия, смешанный с пластмассой и затем прессуемый в форме цилиндров. Он получил название альсифера¹. Из альсифера и сделан подвижный сердечник приемника «Ком-

¹ Слово альсифер образовано из сокращенных химических названий металлов, образующих сплав: ал—алюминий, си—силиций (кремний) и фер—ферум (железо).

сомолец», вдвиганием и выдвиганием которого в катушки увеличивается и уменьшается их индуктивность и, таким образом, осуществляется настройка колебательного контура.

Схема приемника. В штепсельное гнездо приемника, обозначенное буквой З, включается с помощью однополюсной вилки, прилагаемой к приемнику, проводник от заземления. В гнезда, обозначенные буквой Т, могут быть включены две пары телефонов.



Фиг. 3-3. Катушки приемника «Комсомолец».

Для приема станций, работающих на волнах, примерно от 2 000 до 1 100 м, штырек антенного провода вставляется в гнездо с обозначением А₁, а детектор вставляется в левое и среднее гнезда с обозначением Д (фиг. 3-2). При этом в антенный контур оказываются включенными две последовательно соединенные катушки L₁ и L₂, обладающие совместно относительно большой индуктивностью. Напряжение в. ч. на детекторный контур с целью уменьшения вносимых в антенный контур потерь подается при этом с части витков катушки L₂.

Для приема станций, работающих на волнах примерно от 1 200 до 670 м, штырек антенного провода переставляется в гнездо с обозначением А₂. При этом остается включенной в него только катушка L₂.

Для приема станций, работающих на волнах примерно от 800 до 470 м, нужно переставить детектор в среднее и правое гнезда с обозначением Д, а антенный штырек перенести в гнездо А₃. При этом в антенный контур включается катушка L₃, а детектор оказывается присоединенным к отводу от промежуточного витка катушки L₃. Штырек детектора, входящий в правое гнездо, имеющее специальную конструкцию, соединяет гнездо А₁ с отводом катушки L₃, вследствие чего катушки L₁ и L₂ оказываются включенными параллельно части витков катушки L₃.

Подключение детектора к промежуточному витку рабочей катушки производится из следующих соображений. При соединении детектора непосредственно с антенной (фиг. 2-2) детекторный контур забирает из антенного контура много энергии, т. е. вносит в него значительные потери. А мы знаем, что при этом получается тупая настройка. Улучшить его остроту настройки можно путем уменьшения энергии, отдаваемой колебательным контуром детекторному контуру. Практически это и осуществляется присоединением детектора к одному из витков более близких к земле (фиг. 3-2). При этом в детекторный контур поступает только

часть напряжения в. ч., возникающего на катушке, приходящаяся на витки, включенные между детектором и заземлением. Соответственно уменьшается и энергия, идущая из колебательного в детекторный контур; «потери» в колебательном контуре уменьшаются, а его избирательность (острота настройки) улучшается и слышимость мешающих приему станций ослабевает или совсем исчезает. Правда, при этом может несколько уменьшиться и слышимость передачи желательной станции, но в значительно меньшей степени, чем слышимость станций, создающих помехи.

При приеме радиостанций, работающих на волнах еще меньшей длины, используется та же катушка L_3 (детектор включен в правое и среднее гнезда) и дальнейшее укорочение собственной длины волны антенного контура достигается включением конденсаторов C_1 и C_2 (фиг. 3-2) между антенным проводом и верхним концом катушки L_3 . При таком включении конденсаторов, носящем название последовательного, общая емкость антенного контура будет как меньше емкости антенны по отношению к земле, так и меньше емкости включенного конденсатора. Вследствие этого и получается возможность настройки антенного контура на волны меньшей длины, чем при непосредственном соединении антенны с катушкой L_3 . Для приема радиостанций, работающих на волнах примерно от 570 до 340 м, антенна включается в гнездо A_4 ; при этом включается последовательно конденсатор C_1 с емкостью в 120 пф. Для приема радиостанций, работающих на волнах примерно от 330 до 250 м, антенна включается в гнездо A_5 ; в этом случае включается конденсатор C_2 с емкостью в 27 пф.

Конденсатор C_3 , служащий для уменьшения емкости антенны, остается включенным последовательно в антенный контур при приеме на всех волнах. Роль его сводится к сохранению по возможности неизменной настройки антенного контура в зависимости от длины приемной антенны.

После того, как антенна и детектор включены в соответствующие гнезда, производится точная настройка антенного контура приемника на волну станции. Для этого, вращая расположенную на верхней крышке приемника ручку, передвигают внутри катушек альсиферовый сердечник, до получения наилучшей слышимости передачи.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

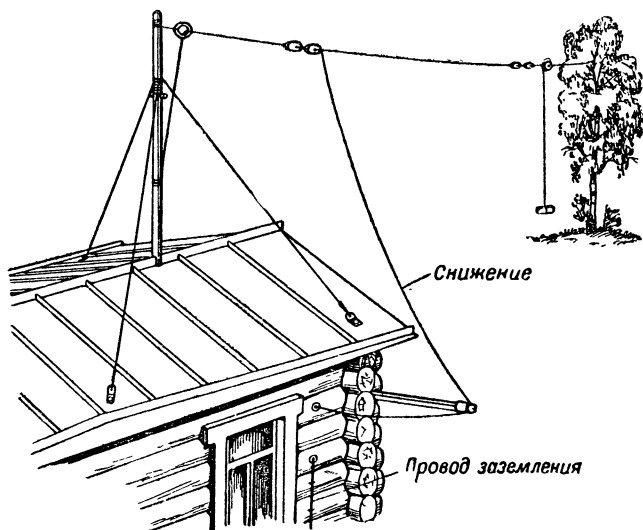
ПРИЕМНЫЕ АНТЕННЫ

4-1. Выбор места для антенны

Для радиослушательских (радиолюбительских) приемников обычно применяется так называемая Г-образная антенна (фиг. 4-1). Такая антенна состоит из горизонтального (или слегка наклонного) провода, подвешиваемого на высоте 10—15 м над землей, и «снижения» провода, свисающего от одного из концов горизонтального провода и вторым своим концом введенного в помещение, где расположен радиоприемник. Длина горизонтальной части антенны, предназначенной для детекторного приемника, должна быть 25—40 м. Для ламповых приемников достаточно иметь антенну с длиной горизонтальной части в 15—25 м. Если антенна располагается среди строений или деревьев, желательно, чтобы ее горизонтальная часть была поднята выше их.

Провод антенны для индивидуальных приемников можно подвешивать к высоким деревьям или к мачтам (шестам), устанавливаемым на крышах домов или на земле.

При этом нужно руководствоваться следующим: 1) не рекомендуется располагать антенну близко к крышам домов и других строений, к деревьям и т. п.; 2) запрещается подвешивать антенну над силовыми проводами электрического освещения и т. д., над телефонными, телеграфными и другими проводами; 3) антенну следует по возможности, располагать перпендикулярно к указанным проводам и дальше от них. Для радиотрансляционных узлов антенну рекомендуется подвешивать на мачтах (шестах).



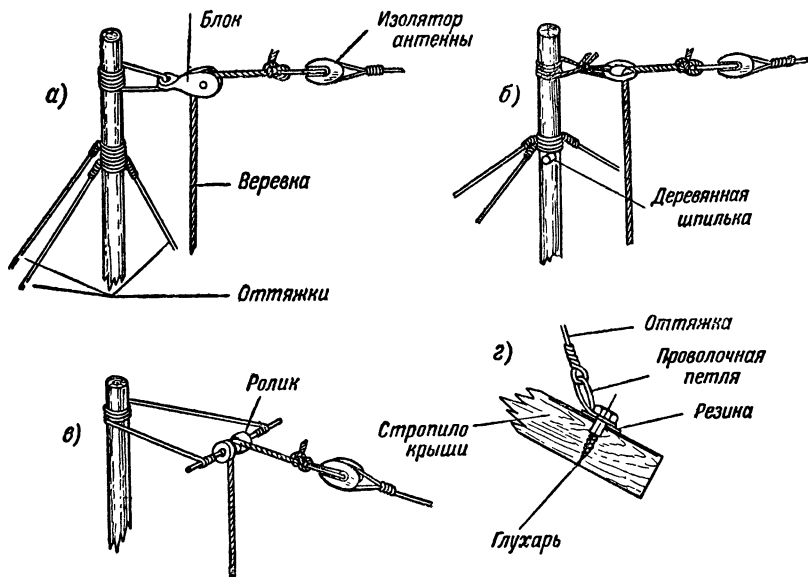
Фиг. 4-1. Установка мачты на коньке крыши.

4-2. Мачты для подвески антенны

Установка мачты на крыше. Для установки мачты на крыше дома нужен шест высотой 5—8 м. Диаметр его у основания должен быть не меньше 8—10 см и на верхнем конце — не меньше 5—8 см. Кроме того, для оттяжек нужна стальная проволока диаметром около 3 мм. При установке мачты на крыше из кровельной стали (обычно называемой железной крышей) нужно еще иметь три-четыре стальных глухаря и кусок листовой резины.

Отступив примерно на полметра от верхушки шеста, к нему прочно прикрепляют три или четыре оттяжки. Чтобы концы оттяжек не сползали по шесту, под местом их крепления в шесте следует сделать отверстие и забить в него деревянную шпильку (фиг. 4-2,б). Если шест тонкий и проделывание отверстия в нем значительно ухудшит его прочность, под местом крепления проволок следует сделать хомут из нескольких рядов туго навитой проволоки (фиг. 4-2,а). Выше места крепления оттяжек к шесту привязывается блок (фиг. 4-2,а) или прочное

кольцо из любого материала (фиг. 4-2,б) Блок может быть сделан из большого ролика, применяемого для проводки электрического освещения (фиг. 4-2,в). Если мачта устанавливается на коньке крыши из кровельной стали, в нижнем торце мачты делается пропил, по ширине равный толщине ребра конька. Симметрично от намеченного места установки мачты в стропила крыши ввинчиваются глухари, снабжаемые проволоочными петлями (фиг. 4-2,г). Под головки глухарей следует проложить резиновые шайбы для предохранения крыши от протекания в этих местах. Вместо глухарей можно вбить в стропила костыли, крючья или большие гвозди. Через укрепленный наверху мачты блок или через заменяющий



Фиг. 4-2. Детали крепления блока, кольца, ролика и оттяжек к мачте и к крыше.

его ролик или кольцо нужно пропустить веревку (или лучше гибкий металлический трос) и привязать оба конца веревки к нижней части мачты.

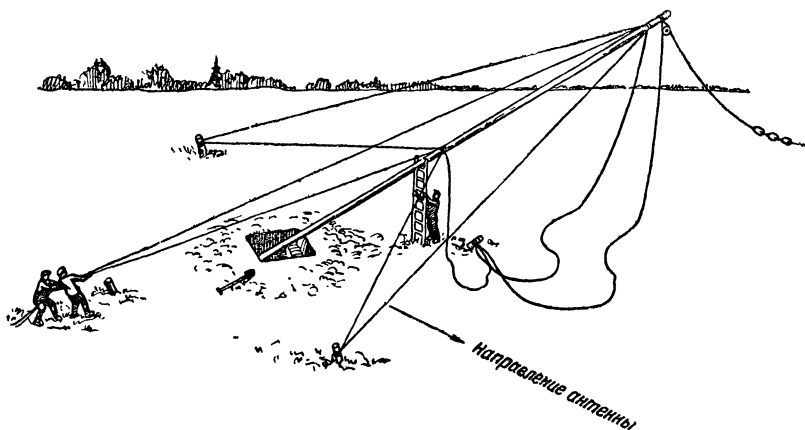
Выполнив все перечисленные подготовительные работы, можно приступить к установке мачты. Мачта устанавливается на коньке крыши строго вертикально, и пока один человек поддерживает ее в таком положении, другой закрепляет концы оттяжек в проволоочных петлях глухарей или на костылях. Нижний конец мачты может быть прикреплен к крыше гвоздями. В крыше из кровельной стали все места, где сквозь нее проходят болты или костыли, а также место установки самой мачты, необходимо тщательно прсмазать густым суриком или другой масляной краской. В деревянной или толевой крыше все эти места должны быть просмолены.

При установке тяжелой мачты большого диаметра на ненадежной по прочности крыше нижний конец мачты нужно пропустить сквозь крышу

и закрепить на одной из балок на чердаке. Место прохода мачты сквозь крышу должно быть особо тщательно заделано.

Существующими техническими правилами запрещается привязывание мачт к дымовым и вентиляционным трубам, к слуховым окнам; не разрешается привязывать к ним оттяжки, а также заделывать концы оттяжек у водосточных желобов.

Установка мачты на земле. Устанавливаемая на земле мачта должна иметь у основания диаметр не менее 10—12 см и в вершине — 8—10 см. Флок и оттяжки можно прикрепить к ней так же, как указано на фиг. 4-2, нужно только применять более толстую проволоку и сделать два-три ряда оттяжек. Если мачта сделана составной, из двух-трех ча-



Фиг. 4-3. Установка мачты на земле.

стей, концы оттяжек следует обматывать вокруг мест сращивания шестов (бревен).

На месте установки мачты нужно вырыть яму. Если почва в месте установки мягкая, на дно ямы необходимо положить кусок доски. На одинаковых расстояниях, равных не менее $\frac{1}{3}$ высоты мачты, от ямы и друг от друга в землю забиваются или закапываются три-четыре кола (фиг. 4-3), толщиной не меньше толщины мачты. Глубина, на которую нужно вбивать или закапывать колья, зависит от твердости почвы. Чем рыхлее почва, тем на большую глубину они должны уходить в землю. Колья должны быть забиты или закопаны с наклоном в сторону, противоположную от мачты. Если колья закапываются в рыхлую почву, рекомендуется до засыпки ям землей укреплять их внизу камнями.

В подъеме мачты должны участвовать 3—5 чел. в зависимости от ее высоты и веса. Перед установкой мачты работу нужно распределить между участвующими так, чтобы была полная согласованность в их действиях. Мачта кладется на землю таким образом, чтобы ее нижний конец висел над ямой, в которую мачта будет устанавливаться, а верхний конец был бы направлен в сторону одного из кольев (фиг. 4-3). К двум боковым относительно его кольям привязываются оттяжки в натянутом положении. К колу, в сторону которого лежит мачта, оттяжки при-

вызываются с таким расчетом, чтобы после установки мачты они также натянулись.

Подъем мачты осуществляется следующим образом. Приподнимают над землей верхний конец мачты и одновременно тянут за непривязанные к кольям оттяжки. По мере подъема вершины мачты над землей ее нужно поддерживать снизу ухватами, лестницей и т. п. Когда мачта встанет в яму почти вертикально, оттяжки привязываются к своим кольям. После этого натяжение отдельных оттяжек регулируется до тех пор, пока мачта не встанет совершенно вертикально. Основание мачты укрепляется в яме камнями, яма засыпается землей и утрамбовывается.

4-3. Устройство заземления

Для устройства заземления нужно возле самого помещения, возможно ближе к месту установки приемника, вырыть яму глубиной не менее 1,5 м. Чем суше почва, тем глубже нужно рыть яму (во всяком случае до глубины, на которой земля всегда сохраняет влагу). В яму укладывается моток из проволоки диаметром 3—4 мм (фиг. 4-4,а) или опускается металлический лист размером не менее 50×100 см с припаянным к нему куском проволоки (фиг. 4-4,б). Если нет листа такого размера, можно опустить в яму два или большее количество листов меньшего размера, но имеющих в сумме указанную выше площадь. Листы располагаются по стенкам ямы. К каждому листу нужно припаять по куску проволоки.

Хорошее заземление можно сделать из железных труб длиной по 2—2,5 м. Один конец трубы сплющивается и заостряется. К другому концу трубы припаявается проволока. Труба забивается в дно вырытой ямы на глубину примерно 1,5 м (фиг. 4-4,в).

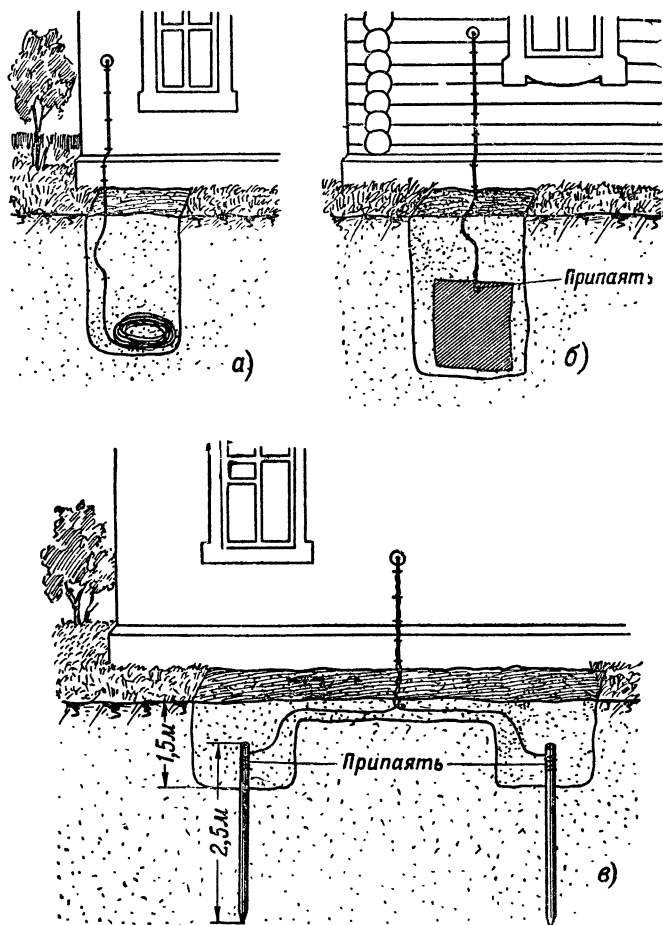
После того как в яму опущен моток проволоки, металлический лист или забита труба, яма засыпается землей. При засыпке нужно осторожно обращаться с выходящим из ямы проводом и следить за тем, чтобы не перебить его лопатой. Засыпку следует производить небольшими слоями земли, тщательно утрамбовывая каждый слой. Выходящий из ямы провод с помощью скобок укрепляется к стене дома (фиг. 4-4) и затем его конец через просверленное в стене отверстие вводится в помещение. Если в земле закопано несколько металлических листов или труб, идущие от них отдельные проводники свиваются в жгут, который укрепляется скобками в стене и вводится в помещение.

4-4. Г-образная антенна

Для устройства антенны нужно иметь следующий материал:

1. Провод. Лучше всего приобрести специальный антенный канатик, свитый из тонких медных проволочек, или медную проволоку диаметром в 1,5—2 мм. В крайнем случае можно применить стальной оцинкованный канатик или оцинкованную стальную проволоку диаметром около 3 мм. Не следует применять латунную или алюминиевую проволоку, так как она на открытом воздухе скоро становится очень ломкой, и антенна обрывается.

2. Антенные изоляторы. Для изоляции антенного провода в месте подвеса лучше всего приобрести 4—6 специальных «орешковых» фарфоровых изоляторов (фиг. 4-5,а). Вместо них можно использовать фарфоровые ролики, применяемые при проводке электрического освещения.



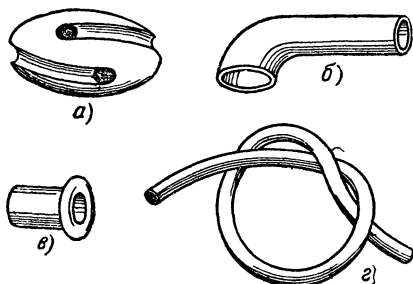
Фиг. 4-4. Способы устройства заземлений.

3. Фарфоровые втулки и воронки для изолирования провода снижения в месте ввода его в здание сквозь стену или раму окна. Если снижение вводится через отверстие, просверленное в стене или косяке окна, нужна одна воронка (фиг. 4-5,б) и одна втулка (фиг. 4-5,в); если же снижение нужно пропустить через двойные оконные рамы, нужно иметь три втулки. Вместо воронки можно применять втулку и, наоборот, вместо втулок — воронки.

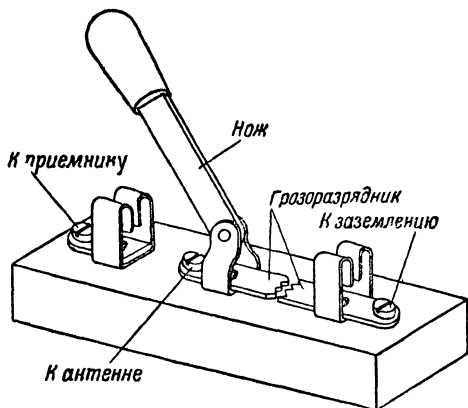
4. Эбонитовая трубка (фиг. 4-5,г) используется с той же целью, что и фарфоровые втулки и воронки. Ее наружный диаметр должен быть таким, чтобы она могла входить внутрь втулок и воронок,

а длина ее должна быть несколько больше толщины стены или косяка окна. Вместо эбонитовой трубки можно применять резиновую, линоксиновую или кембриковую трубку.

5. Грозовой переключатель необходим для прямого соединения антенны с землей, когда приемник не работает. В случае появления на антенне под действием атмосферного электричества сильных



Фиг. 4-5. Материалы для антенны.



Фиг. 4-6. Грозовой переключатель с грозоразрядником.

и связываются проволокой друг с другом, как указано на фиг. 4-7.

Конец одной из цепочек изоляторов привязывается к наружному концу мотка антенного провода или канатика, а другой конец ее привязывается к концу веревки (троса), перекинутой через блок (кольцо), прикрепленный к дальней от дома мачте (к дереву). Если пеньковая веревка толста и не проходит в отверстие изолятора, то в него пропускают кусок проволоки, завязывают ее возле изолятора петлей, к которой уже прикрепляют веревку.

После этого приступают к размотке антенного канатика или провода, двигаясь по направлению к помещению, где устанавливается приемник. Разматывать моток провода (канатика) надо осторожно, не допуская образования петель, так как в последнем случае провод можно легко запутать и сделать на нем перегибы, в местах которых он впоследствии

зарядов грозовой переключатель отводит эти заряды в землю, минуя приемник, предохраняя тем самым последний от повреждений. Следует применять грозовой переключатель, снабженный грозоразрядником в виде зубчатых пластинок (фиг. 4-6).

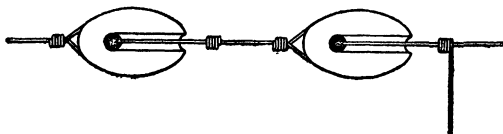
6. Несколько роликов и шурупов для проводки антенного снижения внутри помещения.

Подвеска антенны.

Прежде всего нужно просверлить буровом в стене или в окне отверстие для ввода антенного снижения (через открывающиеся части оконной рамы снижение вводить не следует). Отверстие нужно сверлить с некоторым наклоном в сторону улицы, чтобы через него не могла затекать дождевая вода. По возможности ближе к этому отверстию и к отверстию, в которое введен провод заземления, к стене прикрепляется шурупами грозовой переключатель.

Далее изготавливаются две цепочки из изоляторов

ломается. Свободный конец антенного провода продевается в отверстие крайнего изолятора второй заготовленной цепочки и протаскивается через него до тех пор, пока останется непротасканным кусок провода, равный длине горизонтальной части антенны. Свободный конец провода будет служить снижением. Антенный провод может быть закреплен на изоляторе обкручиванием снижения несколько раз вокруг горизонтальной части антенны. Обрезать антенный провод или канатик около изолятора, а затем прикручивать к нему отдельный кусок проволоки или канатика для снижения не рекомендуется. Если антенну приходится делать из нескольких кусков проволоки, то их необходимо соединить между



Фиг. 4-7. Изготовление цепочки из изоляторов.

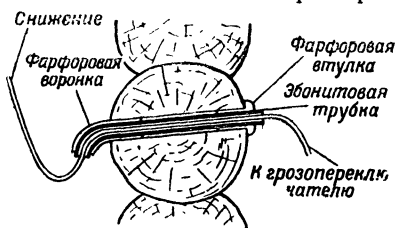
собой скрутками с обязательной последующей их пропайкой. Перед скруткой концы проводов следует зачистить до блеска наждачной или стеклянной бумагой. Если же зачистка производится ножом, нужно избегать на проводах глубоких царапин, которые могут привести в дальнейшем к обрыву антенны.

Вторая цепочка крепится к веревке или тросу таким же образом, как закреплена и первая цепочка. После этого тянут за свободные концы перекинутых через блоки веревок или тросов и поднимают антенну. Сильно натягивать антенный провод не следует, так как потом он может оборваться (например, в морозную погоду, если натяжка производилась в теплую погоду). Когда антенна поднята, свободные концы веревок (тросов) привязываются к мачтам.

Если один конец антенны укреплен на дереве, свободный конец веревки привязывать к нему не следует, так как при качании дерева антенна может оборваться. В этом случае на свободный конец веревки подвешивается груз (фиг. 4-1). Подбирая вес последнего, можно установить необходимое натяжение антенны.

4-5. Ввод антенны и установка грозопереклюателя

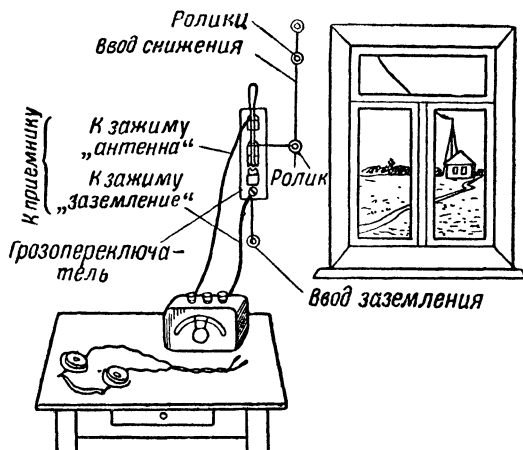
Конец снижения продевается через эбонитовую трубку, пропущенную в отверстие в стене (фиг. 4-8). Чтобы снижение не касалось края крыши



Фиг. 4-8. Ввод снижения в дом.

и других строений, его следует привязать к фарфоровому ролику, укрепленному на конце шеста, который в свою очередь укрепляется на стене или на краю крыши (фиг. 4-1). Провод снижения обрезается с таким расчетом, чтобы оставшуюся часть снижения можно было дотянуть до грозопереклюателя. На конце провода делается петелька, которая поджимается под средний контактный винт грозопереклюателя (фиг. 4-9). Под нижний винт грозопереклюателя таким же образом подводится провод заземления. Для соединения грозопереклюателя с приемником можно использовать изолированный провод, применяемый для проводки электроосвещения, телефона, звонков и т. п. Концы прово-

дов очищаются от изоляции на длину около 10—15 мм и на них делаются петельки. Конец одного провода зажимается петелькой под нижний винт грозопереключателя, под который зажат и провод заземления, а второй его конец соединяется с зажимом (или гнездом) на приемнике, обозначенным З (земля). Другой провод зажимается одной петелькой под верхний винт грозопереключателя, а второй его конец соединяется с антенным зажимом или гнездом приемника.



Фиг. 4-9. Установка грозопереключателя.

Как пользоваться грозопереключателем. Перед тем как слушать передачу, нож грозопереключателя нужно переключить в верхнее положение; при этом антенна включается на приемник. По окончании приема радиопередачи нож грозопереключателя нужно перекинуть в нижнее положение; при этом антенна отсоединяется от приемника и через нож включается на землю, «заземляется». Антенну нужно обязательно заземлять при всяком приближении грозы. Заземляя антенну, вы избавляете себя от опасности удара сильным электрическим зарядом, а также предохраняете от повреждения и приемник.

4-6. Антенны других типов

Антенна «наклонный луч». Для приема близкорасположенных радиовещательных станций на детекторный приемник, а также для приема более удаленных станций на ламповый радиоприемник можно пользоваться более простой антенной типа наклонный луч. Один конец такой антенны укрепляется через цепочку изоляторов на дереве или на мачте, расположенных на расстоянии 20—40 м от дома, где установлен радиоприемник, а второй конец антенны прикрепляется через изоляторы непосредственно на стене или крыше дома вблизи места ввода антенны. Вязка цепочек изоляторов, ввод антенны в помещение и установка грозопереключателя производятся так же, как и в случае описанной выше Г-образной антенны.

Комнатная антенна. Если радиовещательная станция расположена близко от места приема, можно вместо наружной антенны использовать комнатную антенну. Для устройства комнатной антенны нужно по углам комнаты под потолком укрепить фарфоровые ролики и натянуть между ними изолированный или голый провод. Конец провода спускается вниз к приемнику и подключается к его антенному зажиму. Провод может быть протянут вдоль двух, трех или четырех стэн. Заземление для комнатной антенны делается так же, как и для наружной антенны. Грозопереключателы для нее не требуется.

На комнатную антенну с ламповым приемником можно обычно принимать и дальние радиовещательные станции.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ

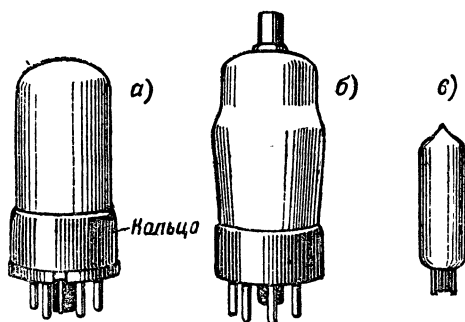
5-1. Основные типы электронных ламп

Электронные лампы являются неотъемлемыми частями большинства современных радиоприборов и радиоустройств и поэтому их часто называют радиолампами. Предшественницей электронной лампы была лампочка накаливания, изобретенная в 1873 г. русским инженером А. Н. Лодыгиным. Многие советские ученые и инженеры: М. А. Бонч-Бруевич, С. А. Векшинский, М. В. Шулейкин и другие, вложили свой труд в дело разработки, усовершенствования и производства электронных ламп. В настоящее время наша отечественная промышленность выпускает большое число типов электронных ламп различного назначения.

Стекланные и металлические лампы. Электронные лампы представляют собой герметически запаянные стеклянные колбы или металлические баллоны, внутри которых давление воздуха не превышает приблизительно одну миллиардную долю атмосферы. Такое большое разрежение воздуха называется *вакуумом*.

Соответственно типу баллона электронные лампы разделяются на стеклянные (фиг. 5-1) и металлические (фиг. 5-2). У некоторых стеклянных ламп колба снаружи покрывается тонким металлическим слоем — *металлизуется*.

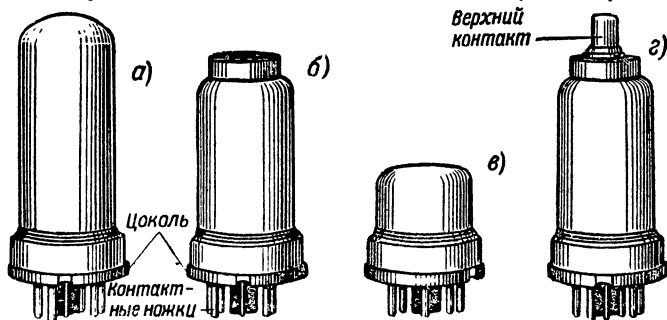
Электроды. Внутри баллона электронной лампы находится несколько изолированных друг от друга металлических частей — *электродов*, имеющих разную форму и соответствующим образом один относительно другого расположенных. Число электродов в лампе в зависимости от ее назначения может быть различным, но для всех ламп обязательным элек-



Фиг. 5-1. Стеклянные электронные лампы

тродом является катод, имеющий или форму металлической нити или более сложную конструкцию, и анод. Кроме катода и анода большинство типов электронных ламп имеет еще электроды, чосящие название сеток, число которых в зависимости от назначения лампы может быть от одной до пяти.

Электронные лампы называют по числу содержащихся в них электродов. Простейшая лампа, содержащая только катод и анод, носит название двухэлектродной лампы или диода. Если двухэлектродная лампа предназначена для выпрямления переменного тока (см. ниже), ее называют кенотроном. Лампа, в которой кроме анода и катода есть еще одна сетка, носит название трехэлектродной лампы или триода. Соответственно лампы с двумя и тремя сетками



Фиг. 5-2. Металлические электронные лампы.

называются четырехэлектродными и пятиэлектродными лампами или тетрами и пентодами. Имеются также лампы с пятью сетками. Они называются гептодами.

Существуют электронные лампы, содержащие внутри баллонов по две или даже по три группы электродов, такие лампы носят название комбинированных ламп. Например, изготавливаются лампы с одним или с двумя катодами и двумя анодами в каждой, такие лампы называются двойными диодами или, если они предназначены для выпрямления переменного тока — двуханодными кенотронами. Если в одном баллоне заключено два триода, лампа называется двойным триодом. Выпускаются лампы, содержащие два диода и триод или два диода и пентод в одном баллоне, такие лампы называются соответственно двойными диод-триодами и двойными диод-пентодами.

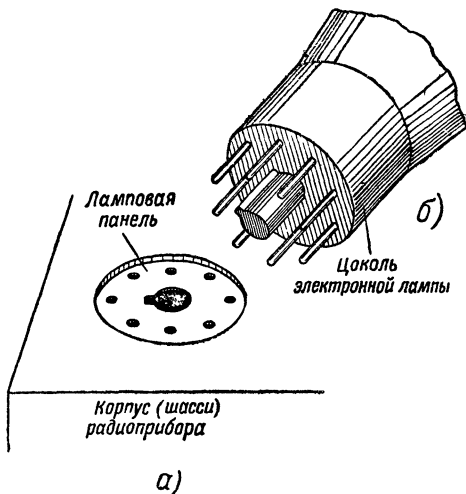
Каждый тип лампы имеет свою условную маркировку (обозначение), состоящее из цифр и букв, например 2Ж2М, 6Н7, 6К7, 30Ц1М и т. д.

Цоколь. Большинство типов электронных ламп снабжено цоколями. Цоколь имеет круглую форму, делается из изоляционного материала (пластмассы) и жестко крепится с баллоном лампы. В цоколь впрессовываются металлические контактные ножки, напоминающие собой штырьки штепсельной вилки. К этим штырькам выводятся проводники от электродов в лампы.

Штырьки цоколя вставляются в гнезда ламповой панели (фиг. 5-3,а), расположенной в том или ином радиоприборе подобно тому, как штырьки штепсельной вилки вставляются в штепсельную розетку. Через

штырьки и гнезда ламповой панели осуществляется электрическое соединение электродов лампы с различными частями радиоустройства, в котором она работает.

Кроме металлических штырьков цоколя большинство электронных ламп имеет в центре (между металлическими штырьками) еще один штырек из изоляционного материала (фиг. 5-3,б). Этот штырек значительно толще, чем металлические контактные штырьки, и имеет по длине выступ. В центре панели для такой лампы имеется соответствующее отверстие (фиг. 5-3,а), напоминающее замочную скважину. Благодаря наличию выступа на среднем («направляющем») штырьке цоколя лампу можно вставить в панель только в определенном положении, при котором каждая металлическая контактная ножка войдет в предназначенное для нее гнездо. Таким образом исключается возможность неправильного включения электродов лампы в радиоприбор. Цоколи некоторых, главным образом старых, типов ламп не имеют таких направляющих штырьков, но в них неправильное включение лампы в панель исключается несимметричным расположением металлических штырьков на цоколе и гнездах на панели. Через штырьки цоколя, вставленные в гнезда панели, осуществляется также и механическое крепление электронной лампы в радиоприборе.



Фиг. 5-3. Цоколь и панель электронной лампы.

В некоторых лампах один из электродов (чаще всего сетка, а иногда анод) выводится не к ножке цоколя, а к металлическому колпачку, укрепленному на баллоне лампы (фиг. 5-1,б и 5-2,г). В металлических лампах колпачки изолированы от баллонов. Присоединение этого электрода к схеме приемника производится гибким проводником с контактным наконечником, надеваемым на колпачок.

«Пальчиковые» лампы. Последнее время наша отечественная промышленность начала выпускать миниатюрные стеклянные лампы, получившие название пальчиковых (фиг. 5-1,е). Диаметр колбы этих ламп равен около 18 мм и высота — около 55 мм. У этих ламп нет цоколей в общепринятом виде, т. е. из пластмассовых и металлических деталей. Контактные ножки пальчиковых ламп представляют жесткие проволоочки диаметром около 1 мм, проходящие сквозь стеклянное дно баллона лампы. Пальчиковые лампы вставляются в специальные миниатюрные ламповые панельки. В конце маркировки пальчиковых ламп стоит буква П.

Бесцокольные лампы. Некоторые стеклянные лампы, имеющие большие размеры и предназначенные для работы в усилителях радиоузлов и радиопередатчиках, не имеют цоколей. Электроды этих ламп выводятся из баллонов гибкими проводниками с наконечниками. Последние под-

жимаются под специальные зажимы на аппаратуре и, таким образом, осуществляют соединение электродов лампы с цепями радиоустройств. Механическое крепление лампы в этом случае осуществляется специальными держателями, в которые помещается баллон лампы.

б-2. Катоды электронных ламп

Во всяком проводнике, даже холодном, имеет место беспорядочное перемещение электронов во всех направлениях между атомами проводника. При нагревании катода лампы до достаточно высокой температуры скорости движения электронов в катоде возрастают настолько, что электроны могут вылетать за пределы поверхности катода. Это явление называется *испусканием электронов*, или *электронной эмиссией*.

В электронной лампе нагревание катода производится током. Вокруг нагретого катода образуется облачко из вылетевших электронов, носящее название *пространственного заряда*. Этот пространственный заряд, состоящий из электронов, отрицателен.

Напряжение накала и ток накала. Нить электронной лампы каждого типа рассчитывается на нагрев током определенного для данной лампы напряжения, которое носит название *номинального напряжения накала* и обозначается U_n . Ток, проходящий при этом напряжении через нить, называется *током накала* и обозначается I_n . Повышение напряжения накала выше номинального недопустимо, так как это вызывает перекал нити и значительно сокращает срок службы лампы.

Нормальное для данной лампы напряжение накала может быть установлено по цифрам, стоящим в начале ее маркировки. Например, нормальное напряжение накала для пентода 2Ж2М равно 2 в, для пентода 6К7 — 6,3 в и для лампы 30П1М — 30 в.

Вольфрамовые катоды. У некоторых ламп нити делаются из металла вольфрама. Такие нити дают интенсивное испускание электронов только при температуре около 2500°, что требует значительного расхода электрической энергии на ее накаливание. Поэтому лампы с вольфрамовыми нитями очень неэкономичны.

Активированные катоды. Покрытие поверхности катода слоем окислов щелочноземельных металлов (стронция, бария или кальция) или слоем металлического бария позволяет получить такую же электронную эмиссию, как и от чистой вольфрамовой нити при значительно меньшей температуре нагрева и при затрате электроэнергии на нагрев в 15—25 раз меньше. Катоды, поверхности которых обработаны таким образом, носят название *активированных*.

Необходимо отметить, что активированные нити больше боятся перекала, чем нити из чистого вольфрама. При повышении их температуры выше номинальной поверхностный слой, придающий нити «активность», быстро разрушается и эмиссия электронов уменьшается.

Значительное понижение напряжения накала в отдельных случаях также приводит к разрушению нитей.

Устройство катодов. Нити накала электронной лампы обычно приделается зигзагообразная форма: одни лампы имеют нить накала в виде буквы Л, другие в виде буквы М и т. п. В некоторых лампах нить накала натянута в виде прямой линии. Нити таких конструкций носят название *катодов прямого накала*. Это название следует понимать в том смысле, что эмиссия электронов происходит непосредственно с нити накала. Поэтому в таких лампах названия катод и нить накала обозна-

чают одно и то же. Электронные лампы с таким устройством катода иногда называют лампами прямого накала.

Во многих электронных лампах применяются катоды косвенного накала, иначе называемые подогревными катодами. У этих ламп катод представляет собой трубочку круглого или овального сечения, на внешней поверхности которой нанесен «активный» слой. Внутри трубочки помещена специальным образом изготовленная из вольфрама нить накала, носящая название подогревателя (фиг. 5-4). Последний электрически изолирован от трубчатого катода. Катод с подогревателем укреплен внутри баллона лампы. Концы нити (подогревателя) выводятся к двум штырькам на цоколе лампы, а трубчатый катод в большинстве ламп выводится к отдельному штырьку на цоколе.

Если пропустить ток через нить подогревателя, то она накалится и нагреет катод, поверхность которого при этом начнет испускать электроны.

Особенностью подогревных катодов является то, что они начинают испускать электроны не сразу после включения тока через подогреватель, а спустя 20—30 сек. после его включения.

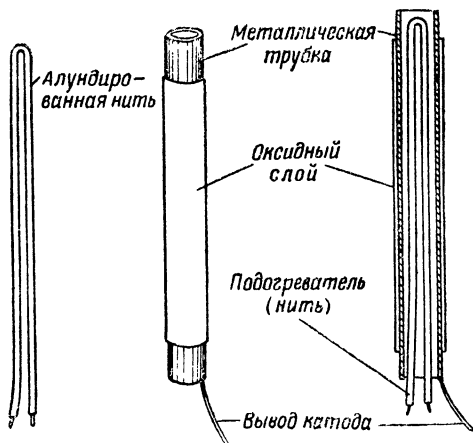
Электронные лампы с подогревными катодами часто называют подогревными лампами или лампами с косвенным накалом.

Электронные лампы прямого накала применяются в радиоприемниках с питанием от батарей — эти батареи называются батареями накала. На схемах они обозначаются B_n . Подогревные лампы применяются преимущественно в приемниках, питаемых от сетей электрического освещения.

5-3. Двухэлектродные лампы

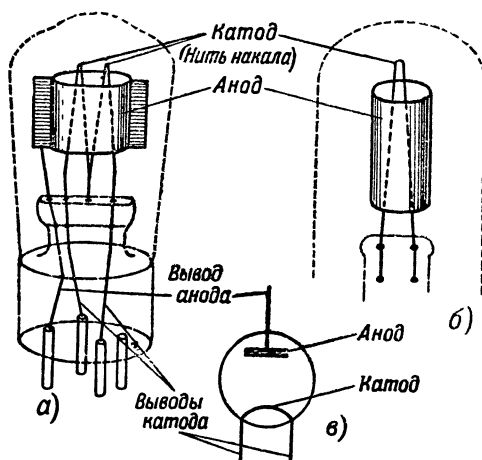
Устройство электродов двухэлектродной лампы (кенотрона) прямого накала показано на фиг. 5-5,а и 5-5,б. Катод лампы (нить накала) помещается внутри металлического анода и надежно изолируется от последнего. На фиг. 5-5,в дано схематическое изображение двухэлектродной лампы прямого накала, применяемое на схемах радиоаппаратуры. На фиг. 5-6,а показано взаимное расположение анода и катода одной из подогревных двухэлектродных ламп, а на фиг. 5-6,б — схематическое изображение такой лампы.

Анод лампы соединяется со штырьком на цоколе, либо выводится к зажиму или колпачку на баллоне лампы. Концы нити накала выводятся к двум другим штырькам цоколя. Катод подогревной лампы выводится к отдельной ножке цоколя, либо соединяется внутри лампы

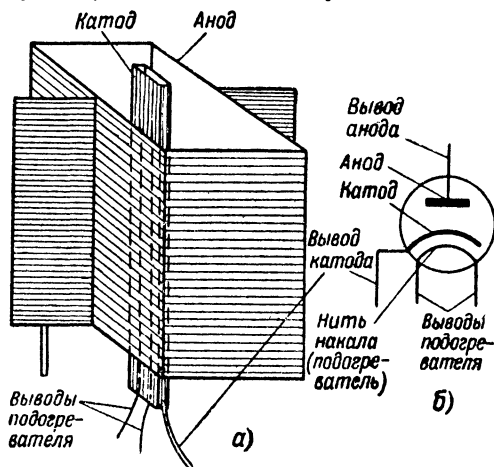


Фиг. 5-4. Устройство подогревного катода.

с одним из концов подогревателя. В последнем случае вывод этого конца подогревателя одновременно является и выводом катода.



Фиг. 5-5. Устройство и схематическое обозначение двухэлектродных ламп с катодом прямого накала.



Фиг. 5-6. Устройство и схематическое обозначение двухэлектродной лампы с подогревным катодом.

ным током (обозначается символом I_a), напряжение, приложенное к аноду лампы, — анодным напряжением (обозначается символом U_a), а цепь, по которой проходит анодный ток (состоящая в данном случае только из батареи B_a и лампы), носит название анодной цепи.

У некоторых больших стеклянных ламп выводы от электродов после прохода сквозь стекло колбы привариваются к гибким проводникам, которые непосредственно присоединяются к соответствующим частям радиоприборов, в которых эти лампы используются.

Действие двухэлектродной лампы. Если, накалив катод лампы от батареи накала B_n , присоединить к ее аноду положительный полюс батареи B_a , носящей название анодной батареи, а к катоду — ее отрицательный полюс (фиг. 5-7), то анод получит положительный потенциал по отношению к катоду и будет притягивать к себе испускаемые катодом электроны. Таким образом в цепи анодная батарея — лампа появится непрерывный электрический ток. Если на анод двухэлектродной лампы дать отрицательный потенциал, присоединив к нему отрицательный, а к катоду — положительный полюс батареи, то электроны не будут притягиваться к аноду и тока через лампу не будет. Другими словами, ток через лампу может проходить только в одном направлении — от анода к катоду, и поэтому можно сказать, что диод обладает односторонней проводимостью.

Ток, возникший вследствие электронной эмиссии, называется анод-

По мере повышения положительного напряжения на аноде все большее и большее число электронов будет направляться от катода к аноду и тем больший ток будет проходить в анодной цепи.

Увеличение тока в анодной цепи лампы ограничено числом электронов, которое катод может одновременно испустить при данной его конструкции и при данной температуре его нагрева. Наибольший ток, который может иметь место в анодной цепи лампы при данном токе накала, называется током насыщения или током эмиссии, а величина анодного напряжения, при котором ток достигает насыщения, — напряжением насыщения. С увеличением нагрева нити эмиссия катода возрастает, соответственно возрастает и ток насыщения. Однако увеличение накала выше нормы недопустимо, так как при этом нить лампы может быстро перегореть.

У ламп с активированными катодами нет явно выраженного тока насыщения. По мере увеличения положительного напряжения на аноде эмиссия катода также возрастает и может достигнуть очень большой величины. Но при этом катод лампы может быть поврежден.

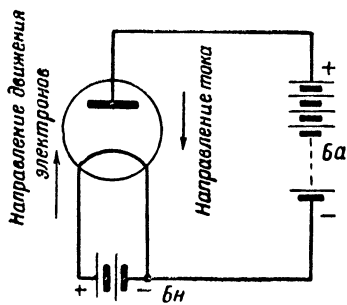
Обычно для двухэлектродных ламп различных типов указывается максимальное значение (амплитуда) анодного тока, который может быть безболезненно пропущен через лампу. Превышение этой величины недопустимо.

Мощность, рассеиваемая на аноде. Электроны, летящие от катода к аноду, ударяются об анод и нагревают его. Нагрев анода получается тем больше, чем большее напряжение U_a действует между анодом и катодом и чем больший ток I_a протекает в анодной цепи, т. е. чем с большей скоростью электроны достигают анода и чем больше их число падает на анод в единицу времени. Поэтому нагрев анода определяется произведением напряжения U_a на аноде на ток I_a в анодной цепи, т. е. мощностью $P_a = U_a \cdot I_a$. Эта мощность, превращающаяся в тепло, носит название *рассеиваемой* на аноде мощности.

Для лампы каждого типа устанавливается максимальная допустимая мощность, рассеиваемая на аноде. Превышение этой мощности ведет к перегреву анода, что приводит лампу в негодность.

Максимальное напряжение на аноде. Для лампы каждого типа существует предельное напряжение, которое без вреда для нее можно приложить между ее анодом и катодом. Напряжение больше предельного может вызвать пробой промежутка между катодом и анодом, который замкнет накоротко (через искру) источник анодного напряжения и может разрушить катод.

Двуханодные лампы. В некоторых радиоприборах встречается необходимость иметь две двухэлектродные лампы. Для таких приборов изготавливаются двойные диоды и двуханодные кенотроны. Их аноды друг от друга изолируются и выводятся к отдельным штырькам цоколя, а их нити накала соединяются между собой внутри баллона параллельно или последовательно и выводятся к двум штырькам на цоколе. В некоторых типах подогревных двуханодных кенотронов катоды соединяются внутри



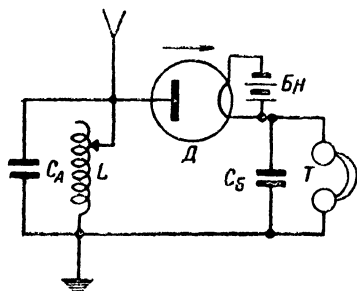
Фиг. 5-7. Схема присоединения батареи к двухэлектродной лампе.

баллона с подогревателем. В других типах двуханодных кенотронов и в двойных диодах катоды изолированы друг от друга и от подогревателя и выводятся к отдельным штырькам на цоколе.

5-4. Диодный детектор

Так как диод обладает односторонней проводимостью, то его можно использовать в радиоприемнике в качестве детектора. На фиг. 5-8 показана схема простейшего лампового приемника с диодным детектором.

В этой схеме применен диод D с прямым накалом, нить которого питается от батареи накала B_n .



фиг. 5-8. Схема простейшего радиоприемника с диодным детектором.

Для накала нити диода можно использовать энергию электрической сети переменного тока. В этом случае необходимо применять подогревный диод, так как температура тонкой нити лампы прямого накала, а в соответствии с этим и электронная эмиссия катода, меняются в такт с изменениями напряжения накала переменного тока. В результате ток, проходящий через диод и телефон, будет пульсировать, и в телефоне вместе с радиопередачей будет слышен гул, носящий название фона переменного тока. В случае же применения диода

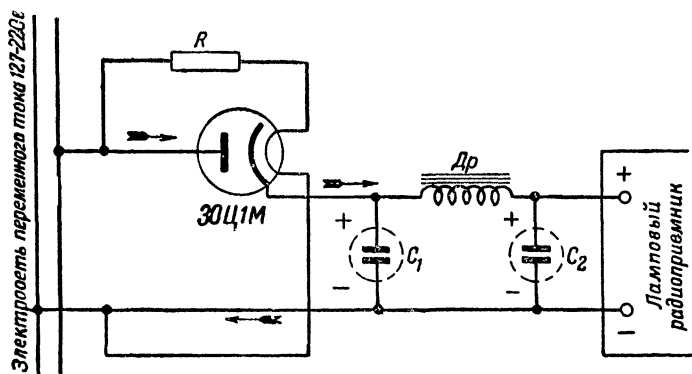
с подогревным катодом температура последнего от изменения напряжения накала практически изменяться не будет, так как такой катод, обладая относительно большой массой, не будет успевать остывать при уменьшениях напряжения. В результате электронная эмиссия получится равномерной и фон не будет слышен.

5-5. Кенотронные выпрямители

Явление односторонней проводимости двухэлектродных ламп используется также для преобразования напряжения переменного тока электросети в постоянное напряжение, необходимое для питания ламповых радиоприемников и аппаратуры на радиотрансляционных узлах. Этот процесс преобразования носит название выпрямления, а приборы с двухэлектродными лампами, служащие для выпрямления переменного напряжения, называются кенотронными выпрямителями. Получение постоянного напряжения с помощью выпрямителей широко распространено везде, где только имеется электросеть переменного тока, так как стоимость электроэнергии постоянного тока, полученной таким путем, значительно ниже стоимости энергии, получаемой от гальванических и аккумуляторных батарей. Кроме того, выпрямители занимают гораздо меньше места, чем соответствующие им батареи, и не требуют за собой почти никакого ухода, чего нельзя сказать про батареи, особенно аккумуляторные.

Простейший выпрямитель. Простейшая схема кенотронного выпрямителя показана на фиг. 5-9. В этой схеме работает кенотрон 30Ц1М. Его подогреватель, рассчитанный на нормальную работу при напряжении 30 в,

включается непосредственно в сеть переменного тока последовательно с сопротивлением R , в котором поглощается излишек напряжения сети¹. Принцип действия схемы (фиг. 5-9) подобен принципу действия схемы фиг. 5-8. Когда анод кенотрона получает от сети положительное напряжение, то от анода к катоду проходит ток, который дальше направляется через катушку индуктивности Dr , носящую название дросселя, через лампы приемника и возвращается обратно в сеть. В то же время часть тока ответвляется в конденсаторы C_1 и C_2 и заряжает их. При отрицательном напряжении на аноде ток от анода к катоду не проходит, однако ток через радиоприемник при этом не прекращается, так как в это время на приемник будут разряжаться конденсаторы C_1 и C_2 , при этом напряжение на конденсаторах несколько уменьшится. Во время



Фиг. 5-9. Схема простейшего кенотронного выпрямителя.

следующего импульса тока через кенотрон энергия, израсходованная конденсаторами, восполняется, и напряжение на них снова поднимается до прежнего значения.

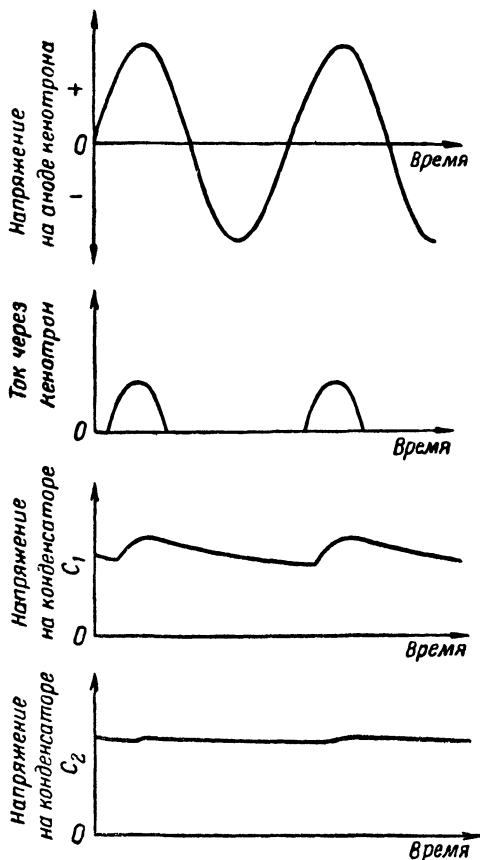
Конденсаторы C_1 и C_2 вместе с дросселем Dr называются сглаживающим фильтром.

Действие сглаживающего фильтра. Катушка индуктивности, как известно, препятствует всякому изменению проходящего через нее тока, т. е. она как бы сглаживает пульсации (неравномерности) тока, текущего через нее от кенотрона и от конденсатора C_1 на конденсатор C_2 . В результате лампы радиоприемника получают напряжение постоянного направления, но меняющееся по величине с частотой переменного тока (50 гц), или, как говорят, выпрямленное пульсирующее напряжение. Напряжения и токи, действующие в различных цепях выпрямителя схемы фиг. 5-9, графически изображены на фиг. 5-10.

Чем больше емкость конденсаторов C_1 и C_2 , тем больше электрической энергии они смогут запасти в себе за время зарядки, тем меньше они будут разряжаться за время отсутствия тока через кенотрон, т. е. тем меньше будет изменяться на них напряжение и в результате тем меньшая получится пульсация выпрямленного напряжения, поступающего на лампы радиоприемника. Кроме того, сглаживание пульсаций тем

¹ При напряжении сети 127 в сопротивление R в схеме фиг. 5-9 должно иметь величину 320 ом, а при напряжении сети 220 в — 630 ом.

лучше, чем больше индуктивность дросселя Dr , т. е. чем большее число витков он содержит. Обычно дроссель имеет несколько тысяч витков изолированной проволоки. Для увеличения его индуктивности он должен иметь сердечник из стальных пластин. Дроссель имеет такой же вид, как и трансформатор (фиг. 1-8), но его катушка имеет только два вывода (начало и конец обмотки).



Фиг. 5-10. Графическое изображение процесса однополупериодного выпрямления переменного напряжения.

Вместо дросселя в сглаживающем фильтре иногда применяется сопротивление. Чтобы получить необходимое сглаживание пульсаций таким фильтром, необходимо увеличить емкость конденсаторов C_1 и C_2 , по сравнению с их емкостями в случае фильтра с дросселем.

Электrolитические конденсаторы. Конденсаторы сглаживающего фильтра должны иметь емкость по 10—20 мкф и больше. При таких конденсаторах и дросселе пульсации получаются настолько малыми, что выпрямленное напряжение, подаваемое на лампы радиоприемника, можно считать практически постоянным.

В выпрямителях обычно применяются электролитические конденсаторы, основным преимуществом которых перед конденсаторами всех других типов является то, что они, обладая большими емкостями, имеют в то же время малые размеры.

Электролитический конденсатор состоит из двух тонких алюминиевых лент, поверхность одной из которых оксидирована (покрыта тонким слоем окислов). Между алюминиевыми лентами проложена бумажная лента, пропитанная специальным составом, проводящим ток (электролитом). Это трехслойная полоса скатывается в рулон и помещается в алюминиевый сосуд (фиг. 5-11). Неоксидированная полоса соединена с сосудом, а оксидированная — выведена к контакту, укрепленному на верхней крышке сосуда, сделанной из изоляционного

материала. Этот конденсатор имеет очень малые размеры и вес, что делает его очень удобным для применения в радиоприемниках.

материала. Диэлектриком электрического конденсатора является тонкий слой оксида на поверхности алюминиевой ленты. Одной из обкладок является сама эта лента, а второй обкладкой—пропитанная электролитом бумага. С помощью неоксидированной ленты осуществляется соединение внешней цепи с пропитанной бумагой. К верхнему контакту конденсатора, т. е. к оксидированной ленте, всегда присоединяется плюс, а к корпусу конденсатора — минус. Обратное включение недопустимо, так как при нем разрушается оксидный слой на алюминиевой ленте и конденсатор выходит из строя.

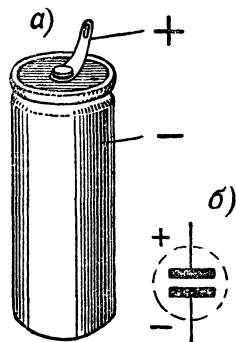
При включении выпрямителя по схеме фиг. 5-9 в сеть переменного тока с напряжением 220 в он может дать на радиоприемник выпрямленное напряжение примерно в 200 в, а при включении в сеть с напряжением 127 в — постоянное напряжение не более 100—120 в. Такие напряжения часто являются недостаточными для нормальной работы ламп радиоприемников и других радиоприборов.

Однополупериодный выпрямитель с трансформатором. Для получения больших выпрямленных напряжений выпрямитель должен иметь силовой трансформатор *Tr* (фиг. 5-12) с сердечником из стальных пластин. Устройство его сердечника и катушки подобно устройству выходного трансформатора (фиг. 1-8), но отличается от последнего обычно большими размерами и большим числом обмоток. Первичная обмотка *I* силового трансформатора включается в сеть переменного тока, а выводы его вторичной — повышающей—обмотки *II* соединяются с анодом кенотрона и с отрицательными полюсами конденсаторов фильтра. Таким образом, здесь выпрямляется переменное напряжение, получающееся на вторичной обмотке. Чем больше в ней витков по сравнению с первичной обмоткой, тем больше переменное напряжение на ее концах и тем большее выпрямленное напряжение даст схема фиг. 5-12.

Кроме обмотки *II* трансформатор имеет еще обмотку *III* с малым числом витков, с которой подается напряжение на нить накала кенотрона, и обмотку *IV*, с которой подается переменное напряжение на накал ламп приемника. Обмотки *III* и *IV* носят название обмоток накала. Напряжение на обмотках *III* и *IV* должны соответствовать нормальным напряжениям накала питаемых ими ламп. Для выпрямителей по схеме фиг. 5-12 выпускается кенотрон В-360 прямого накала с одним анодом.

Выпрямители по схемам фиг. 5-9 и 5-12 носят название **однополупериодных выпрямителей**, так как для выпрямления они используют напряжение сети (вторичной обмотки трансформатора) только во время одной половины периода.

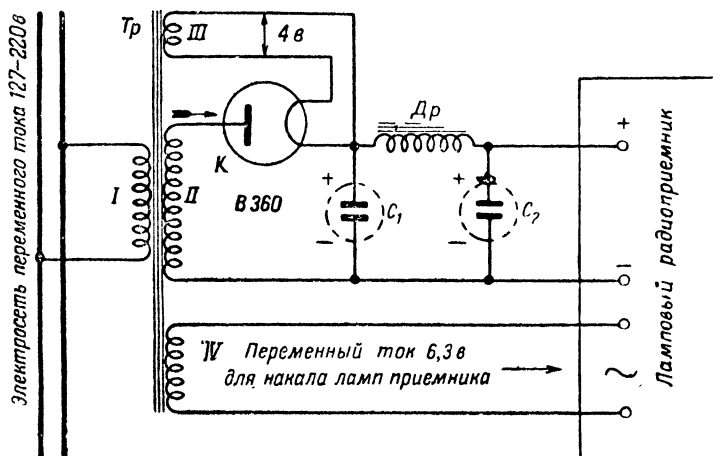
Двухполупериодный выпрямитель. При наличии силового трансформатора выпрямитель чаще выполняется по двухполупериодной схеме (фиг. 5-13). Основными преимуществами последней являются: 1) возможность получить при силовом трансформаторе того же размера больший выпрямленный ток и 2) возможность применить в фильтре конденсаторы с меньшими емкостями и дроссель с меньшим числом витков, или



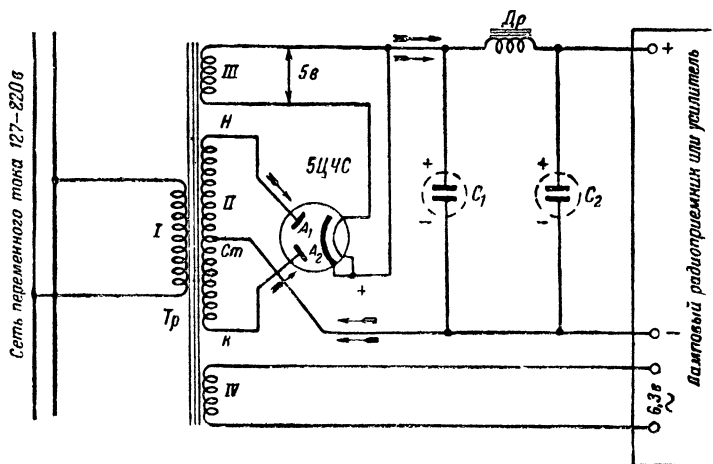
Фиг. 5-11. Электролитический конденсатор и его схематическое изображение.

наоборот, получить с теми же конденсаторами и дросселем меньшую пульсацию.

В двухполупериодном выпрямителе должны работать два кенотрона или один двуханодный кенотрон (фиг. 5-13). Для питания радиоприем-



Фиг. 5-12. Схема однополупериодного кенотронного выпрямителя с трансформатором.



Фиг. 5-13. Схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя.

ника, чаще всего применяется выпрямитель с кенотроном 5Ц4С, нить которого питается от обмотки накала III силового трансформатора, дающей напряжение 5 в. Вторичная обмотка II трансформатора Tr должна давать приблизительно вдвое большее напряжение, чем в однополу-

периодном выпрямителе и иметь вывод от среднего витка (среднюю точку *СТ*). Начало *Н* и конец *К* обмотки *II* соединяются с анодами кенотрона, а ее средняя точка — с отрицательными полюсами конденсаторов *С*₁ и *С*₂ фильтра, так как на средней точке получается минус выпрямленного напряжения. Плюс выпрямленного напряжения берется с катода кенотрона.

Схему фиг. 5-13 можно рассматривать как составленную из двух одинаковых схем по фиг. 5-12, но с общим фильтром, причем на каждый анод кенотрона поступает напряжение с одной половины вторичной обмотки *II* силового трансформатора.

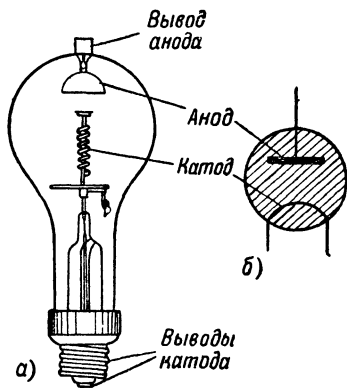
Когда плюс переменного напряжения получается на начале *Н* обмотки *II* и на аноде *А*₁ кенотрона, импульсы тока проходят между этим анодом и катодом и заряжают конденсаторы. Во время полупериодов другого знака плюс получается на конце *К* обмотки *II* и на аноде *А*₂, импульсы тока проходят между этим анодом и катодом и заряжают конденсаторы фильтра в той же полярности, как и в первом случае. Следовательно, в двухполупериодной схеме половинки двуханодного кенотрона проводят ток поочередно, пополняя запас энергии в конденсаторах дважды за каждый период переменного напряжения на трансформаторе. За время между двумя следующими друг за другом заряжающими его импульсами тока конденсаторы успевают разрядиться меньше, чем в случае однополупериодной схемы, и поэтому пульсация напряжения получается меньшей.

5-6. Газотроны и газотронные выпрямители

На мощных радиотрансляционных узлах вместо кенотронов для выпрямления переменного тока высокого напряжения (порядка тысяч вольт) и получения больших токов применяются газотроны (фиг. 5-14). Газотрон, как и кенотрон, представляет стеклянную колбу, в которой заключены анод и катод (прямого накала или подогревный). Катод прямого накала обычно выполняется из никелевой оксидированной ленты, свернутой в спираль. Для нормального накала катода газотрона ВГ-129*, применяемого в аппаратуре мощных радиотрансляционных узлов, требуется напряжение 2,5 в, а для газотрона ВГ-237—5 в. Концы катода газотрона ВГ-129 выводятся к цоколю с винтовой нарезкой (такому же, как и у обычных ламп накаливания), а его анод соединен с металлическим колпачком, расположенным в верхней части стеклянной колбы. Выводы электродов газотрона ВГ-237 выполняются гибкими проводниками.

Внутри колбы имеется небольшое количество ртути, которая, испаряясь при накаленном катоде, создает в баллоне ртутные пары с давлением порядка тысячных долей миллиметра ртутного столба.

* Все газотроны маркируются буквами ВГ с числом, указывающим его заводской тип.



Фиг. 5-14. Общий вид газотрона типа ВГ-129 и схематическое обозначение газотрона.

ТАБЛИЦА 5-1

Диоды, кенотроны и газотроны, применяемые в аппаратуре радиотехники

Тип лампы	Вид лампы	Напряжение на- кала U_H	Ток накала I_H	Максимальное до- пустимое эффек- тивное напряже- ние на анодах ¹ U_a	Максимальная по- стоянная слагаю- щая выпрямлен- ного тока ² I_o	Постоянная сла- гающая выпрям- ленного напряже- ния U_o	Минимальная ем- кость входного конденсатора фильтра ³ C	Полная высота h	Наибольший диаметр D	Общий вид
		в	а	в	ма	в	мкф	мм	мм	№ фиг.
6Х6, 6Х6М	Двойной диод, подогревный, металлический (6Х6М — стеклянный)	6,3	0,3	100	8	—	—	41,5	33	5-2, в
ВО-230	Одноанодный кенотрон прямого накала, стеклянный	4,0	0,7	300	50	—	—	118	41	—
ВО-239	То же	4,0	2	850	180	—	—	150	52	—
ВО-188	Двуханодный кенотрон прямого накала, стеклянный	4,0	2	2×500	155	—	—	145	52	—
5Ц4С	Двуханодный кенотрон подогревный, стеклянный	5,0	2	2×350	125	420	8	112	46	—
6Х5С	Двуханодный кенотрон, стеклянный	6,3	0,6	2×325	70	370	4	85	33	—
30Ц1М	Одноанодный кенотрон подогревный, стеклянный	30	0,3	250	90	225	25	85	33	5-1, а
30Ц6С	Двуханодный кенотрон подогревный, стеклянный	30	0,3	2×250	90	225	16	115	42	—
В27-800	Одноанодный кенотрон прямого накала, стеклянный	16	10,3	2×9 000	500	—	—	495	207	—
ВГ-129	Одноанодный газотрон прямого накала	2,5	9	2×1 500	500	—	—	205	85	5-14
ВГ-237	То же	5,0	22	2×3 000	3 500	—	—	425	165	—

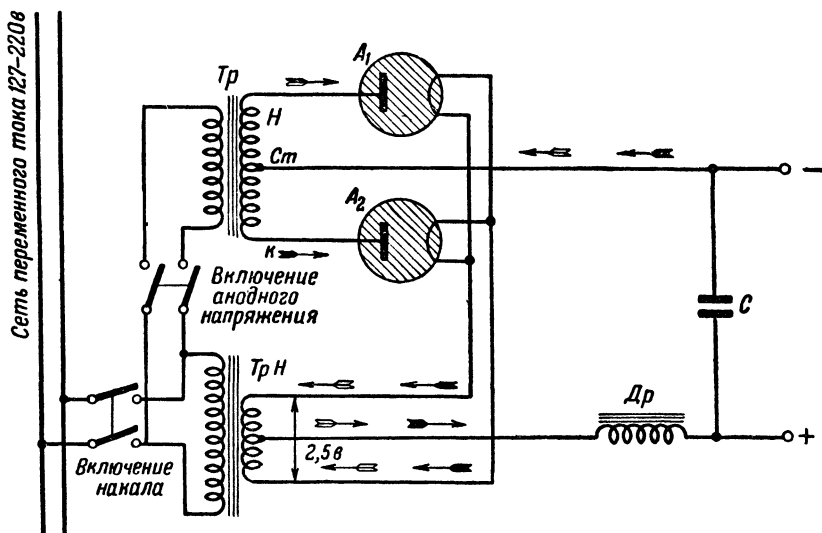
¹ В тех случаях, когда в данной графе стоит множитель 2, данные постоянных слагающих выпрямленных напряжений и токов относятся к случаю применения кенотрона в двухполупериодном выпрямителе по схеме фиг. 5-13.

² Для двухполупериодных выпрямителей с одноанодными кенотронами показан ток с двух кенотронов.

³ Для получения указанных величин постоянных слагающих выпрямленных напряжений при максимальных выпрямленных токах.

Схема двухполупериодного выпрямителя с газотронами приведена на фиг. 5-15. Обычно газотронный выпрямитель имеет два силовых трансформатора: трансформатор накала TrH и анодный трансформатор Tr . Сначала включается трансформатор накала, а затем, спустя несколько минут, когда катод и сам газотрон прогреются, включается анодный трансформатор.

Действует газотрон следующим образом. Когда его катод накален и на аноде имеется положительное напряжение, под ударами летящих от катода к аноду электронов пары ртути ионизируются. Получающиеся в результате ионизации электроны также направляются к аноду, уси-



Фиг. 5-15. Схема двухполупериодного газотронного выпрямителя.

ливая анодный ток, а положительные ионы направляются к катоду. На пути к катоду ионы встречают окружающее катод электронное облачко, электроны которого соединяются с положительными ионами и снова образуют молекулы ртути. Таким образом, в отличие от кенотрона ток через газотрон только частично образуется за счет электронов, испускаемых катодом; большая часть электронов, составляющих ток в анодной цепи газотрона, является следствием ионизации паров ртути в газотроне, что и обуславливает получение в газотроне гораздо больших токов, чем в кенотроне. При обратном направлении напряжения, действующего в анодной цепи, электроны к аноду не будут двигаться, следовательно, не будет ионизации, не будет и тока в анодной цепи.

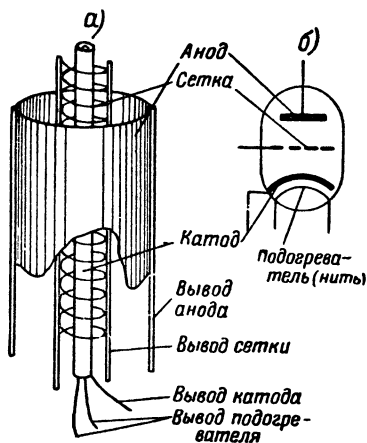
В нормально работающем газотроне падение напряжения в нем значительно меньшее, чем в кенотронах, и поэтому мощность, теряемая бесполезно в газотроне, меньше, чем в кенотроне, т. е. к. п. д. газотронного выпрямителя больше, чем кенотронного.

Сглаживающий фильтр газотронного выпрямителя в отличие от кенотронных выпрямителей содержит в себе только один конденсатор, включенный после дросселя.

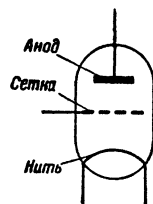
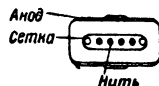
В сглаживающих фильтрах газотронных выпрямителей, дающих высокие напряжения, обычно применяются специальные конденсаторы с диэлектриком из пропитанной маслом (или парафином) бумаги.

5-7. Устройство трехэлектродных ламп

Трехэлектродная лампа (триод) отличается от диода наличием между анодом и катодом третьего электрода. В первоначальных конструкциях



Фиг. 5-16. Устройство подогревной трехэлектродной лампы и ее обозначение на схемах.



Фиг. 5-17. Схематическое изображение трехэлектродной лампы прямого накала.

ламп третий электрод имел форму сетки — это название за ним сохранилось. В современных лампах сетка в большинстве случаев выполняется в виде проволочной спирали, расположенной внутри анода вокруг катода. На фиг. 5-16, а показано устройство электродов подогревной трехэлектродной лампы, а на фиг. 5-16, б — ее схематическое обозначение. Лампы прямого накала (фиг. 5-17) отличаются от подогревных ламп более простым устройством катода (см. стр. 72).

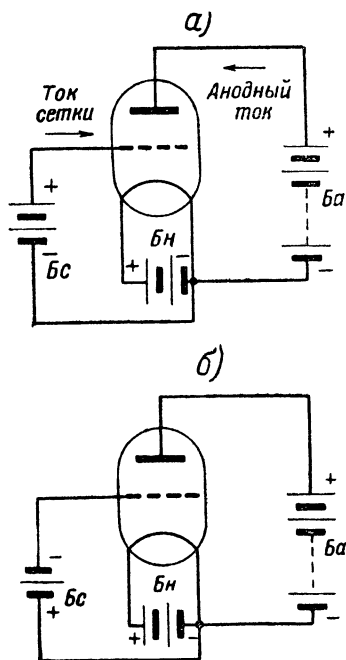
Все электроды триода обычно выводятся к различным штырькам цоколя лампы. У некоторых ламп анод или сетка выводятся к колпачку, расположенному на верхней части баллона. У ламп без цоколей гибкие проводники от нити и сетки выводятся обычно через нижнюю часть баллона, а гибкий проводник от анода — через верхнюю часть баллона.

К концам нити накала трехэлектродной лампы присоединяется источник напряжения накала, а на анод подается положительное напря-

жение от анодной батареи или другого источника так же, как и в случае двухэлектродной лампы.

Роль сетки в трехэлектродной лампе. Если на сетку трехэлектродной лампы подать плюс от отдельной батареи сетки B_c (фиг. 5-18, а), то она будет помогать аноду притягивать к нему электроны, в результате чего анодный ток в лампе возрастет. При этом некоторая часть электронов, идущих от катода к аноду, ответвится на сетку и в ее цепи появится сеточный ток.

Если же к сетке лампы подать минус батареи B_c (фиг. 5-18, б), то отрицательный заряд сетки будет тормозить движение электронов к аноду и анодный ток уменьшится. Действие сетки будет тем больше, чем более отрицательна будет сетка по отношению к катоду, и при некоторой величине отрицательного напряжения на сетке ни один электрон не сможет преодолеть ее отталкивающего действия и долететь до анода, анодный ток прекратится. Вместо термина напряжение на сетке в радиотехнике применяются также термины смещение на сетке или сеточное смещение.



Фиг. 5-18. Включение батарей накала, анода и сетки в цепи трехэлектродной лампы прямого накала.

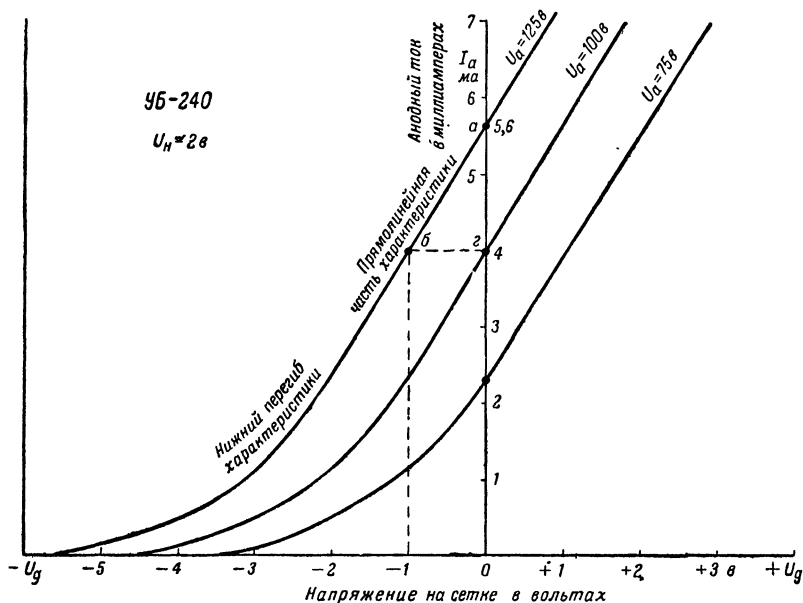
5-8. Характеристики трехэлектродных ламп

Зависимость между напряжениями на аноде и сетке лампы и токами в их цепях изображается графически. Такие графики носят название статических характеристик электронных ламп.

Анодно-сеточные характеристики. На фиг. 5-19 приведены анодно-сеточные характеристики, показывающие изменение анодного тока I_a в зависимости от напряжения U_c на сетке при разных напряжениях U_a на аноде трехэлектродной лампы типа УБ-240. По вертикальной оси графика отложена величина анодного тока I_a в ma , а по горизонтальной — величина сеточного напряжения U_c в v , причем по правую сторону от вертикальной оси отложены положительные (+) значения сеточного напряжения, а по левую сторону — отрицательные (—) его значения. Одна характеристика показывает эту зависимость при анодном напряжении $U_a = 125 v$, другая — при анодном напряжении $U_a = 100 v$ и третья при $U_a = 75 v$.

Рассмотрим, например, характеристику, снятую при анодном напряжении $U_a = 125 v$.

При отрицательном напряжении на сетке больше 6 в ток в цепи анода отсутствует. По мере увеличения напряжения на сетке до нуля и далее в сторону положительных сеточных напряжений анодный ток возрастает, причем при напряжениях на сетке от -6 в до -2 в он изменяется непропорционально изменению сеточного напряжения, что характеризуется нижним перегибом характеристики. Далее характеристика выпрямляется — анодный ток изменяется почти пропорционально



Фиг. 5-19. Характеристики, показывающие зависимость анодного тока от напряжения на сетке лампы УБ-240 (при различных анодных напряжениях).

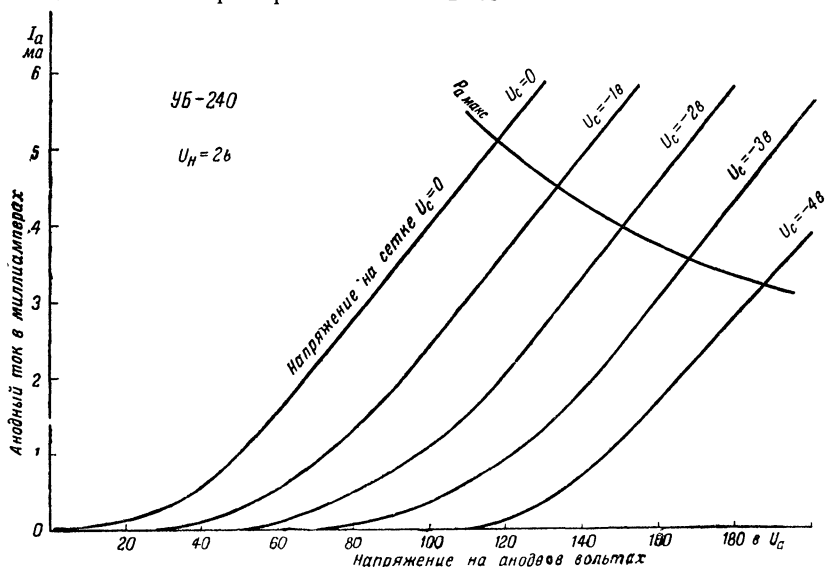
изменению сеточного напряжения. Эта часть называется прямойлинейной частью характеристики¹. При некотором положительном сеточном напряжении характеристика анодного тока снова искривляется, образуя верхний перегиб характеристики. При большом положительном напряжении на сетке и на аноде анодный ток достигает величины насыщения (эта часть характеристики на фиг. 5-19 не показана).

Такую же форму имеет характеристика и при других анодных напряжениях, но чем меньше анодное напряжение, тем при меньшем отрицательном напряжении на сетке появляется анодный ток и тем при большем положительном напряжении на сетке наступает насыщение, т. е. характеристика лампы сдвигается вправо.

¹ В действительности у большинства характеристик электронных ламп нет абсолютно прямойлинейных частей. Поэтому название «прямойлинейная часть характеристики» является до некоторой степени условным. Оно применяется к тем частям характеристик, где их искривление незначительно.

Если характеристики электронных ламп, относящиеся к нормальным для них рабочим анодным напряжениям, в большей своей части расположены в области положительных напряжений на сетке, т. е. вправо от вертикальной оси графика, то такие характеристики называют *правыми* характеристиками, а лампы, обладающие такими характеристиками, называют *правыми* лампами.

В противоположном случае характеристики называют *левыми*, а лампы с такими характеристиками называют *левыми* лампами.



Фиг. 5-20. Характеристики, показывающие зависимость анодного тока от напряжения на аноде лампы УБ-240 (при различных напряжениях на сетке).

Анодные характеристики. На фиг. 5-20 даны анодные характеристики лампы УБ-240, показывающие зависимость между анодным напряжением U_a и анодным током I_a при разных напряжениях U_c на сетке.

Характеристики тока сетки. Характеристики, показывающие зависимость тока сетки от напряжения на ней, похожи на анодные характеристики лампы, только токи сетки, как правило, меньше анодных токов. Обычно ток сетки возникает при небольших положительных напряжениях на сетке и возрастает с их увеличением.

5-9. Параметры трехэлектродных ламп

Трехэлектродная лампа характеризуется так называемыми параметрами, которые обычно определяются в прямолинейной части ее характеристик.

Крутизна характеристики. Этот параметр показывает влияние изменения сеточного напряжения на изменение анодного тока при данном напряжении на аноде. Например, из характеристики лампы УБ-240 для анодного напряжения 125 в (фиг. 5-19) видно, что изменение напряжения на

ТАБЛИ

Трехэлектродные лампы, применяемые

Тип лампы	Вид лампы	Применение лампы	Напряжение накала U_n	Ток накала I_n	Напряжение на аноде U_a	Анодный ток I_a	Смещение на управляющей сетке U_{c1}
			<i>в</i>	<i>а</i>	<i>в</i>	<i>ма</i>	<i>в</i>
УБ-240	Триод прямого накала стеклянный, малогабаритный	В усилителях низкой частоты с питанием от батарей	2,0	0,12	120	3,5	—1
6Ф5	Триод подогревный, металлический	В приемниках и усилителях низкой частоты с питанием от электросетей	6,3	0,3	250	0,9	—2
6Н7	Двойной триод подогревный, металлический	В усилителях низкой частоты радиотрансляционных узлов с питанием от электросетей	6,3	0,8	300	35	0
6Г7	Двойной диод-триод подогревный, металлический	В приемниках для усиления низкой частоты и детектирования; питание от электросетей	6,3	0,3	250	1,1	—3
УБ-180	Триод прямого накала	В двухтактных усилителях низкой частоты радиотрансляционных узлов с питанием от электросетей	4,0	2,0	750	70	—67

сетке от нуля (точка *a* на характеристике) до минус 1 *в* (точка *б* на характеристике), т. е. на 1 *в*, приводит к уменьшению анодного тока от 5,6 до 4 *ма* или на 1,6 *ма*. Следовательно, крутизна характеристики этой лампы равна 1,6 *ма/в*. Обозначив крутизну характеристики буквой *S*, мы можем полученный результат сокращенно записать как

$$S = 1,6 \text{ ма/в.}$$

Крутизну характеристики любой трехэлектродной лампы можно определить делением величины изменения анодного тока в миллиамперах на величину вызвавшего ее изменения сеточного напряжения в вольтах при постоянном анодном напряжении.

Коэффициент усиления. Из характеристик трехэлектродной лампы (фиг. 5-19) видно, что ток анода можно увеличивать и уменьшать не только изменением напряжения на сетке, но и изменением анодного напряжения. Но так как анод расположен от катода дальше, чем сетка, то влияние изменения напряжения на сетке на движение электронов, вылетающих из катода, больше, чем влияние изменения напряжения на аноде.

ЦА 5-2

в аппаратуре сельской радиофикации

Кривизна характеристики S	Коэффициент усиления μ	Внутреннее сопротивление R_i	Максимальная мощность, рассеиваемая на аноде $P_{a \max}$	Ток эмиссии I_a	Емкость анод — управляющая сетка $C_a - c1$	Срок службы t	Полная высота h	Наибольший диаметр D	Общий вид	Примечание
ма/в		тыс. ом	вт	ма	пф	час.	мм	мм	№ фиг.	
1,6	25	15	0,6	8	2,8	750	65	25	5-1, а	Параметры даны для каждого триода в отдельности
1,6	100	66	0,4	35	2	500	80	33	5-2, з	
3,1	35	11,3	11	125	2,4	500	82,5	33	5-2, а	
1,2	70	58	2	35	1,4	50	80	33	5-2, з	
7,0	8	1,1	50	200	3,5	750	—	—	—	

Например, выше мы определили, что при анодном напряжении 125 в и при нулевом напряжении на сетке в анодной цепи лампы УБ-240 проходит ток в 5,6 ма и что если изменить напряжение на сетке на 1 в (до минус 1 в), то анодный ток уменьшится до 4 ма. Но сохранив нулевое напряжение на сетке, мы можем уменьшить анодный ток в тех же пределах (от 5,6 до 4 ма), уменьшив анодное напряжение со 125 до 100 в (точка з), т. е. на 25 в.

Итак, одно и то же изменение тока в анодной цепи (на 1,6 ма) можно получить: 1) либо изменяя напряжение на аноде на 25 в, 2) либо изменяя напряжение на сетке на 1 в. Отношение между одинаковыми по действию на анодный ток изменением напряжения на аноде и изменением напряжения на сетке называется коэффициентом усиления и обозначается греческой буквой μ (мю).

Коэффициент усиления показывает, во сколько раз слабее влияет на изменение анодного тока изменение анодного напряжения по сравнению с таким же изменением напряжения на сетке. При этом подразумевается, что изменение напряжений производится в пределах прямолинейных частей характеристик.

Коэффициент усиления μ любой лампы можно узнать, разделив величину изменения анодного напряжения на величину изменения сеточного напряжения, которые вызывают одно и то же изменение анодного тока.

В нашем примере

$$\mu = \frac{25\text{ в}}{1\text{ в}} = 25.$$

Третьим параметром лампы является *внутреннее сопротивление*, равное отношению изменения анодного напряжения в вольтах к вызванному им изменению тока в амперах при одном и том же напряжении на сетке. Обозначается внутреннее сопротивление буквой R_i .

Если, например, при нулевом напряжении на сетке и напряжении анода 125 в ток в анодной цепи равен 5,6 ма (фиг. 5-19), то при уменьшении анодного напряжения до 100 в, т. е. на 25 в, анодный ток уменьшается до 4 ма, т. е. на 1,6 ма = 0,0016 а. Следовательно,

$$R_i = \frac{25\text{ в}}{0,0016\text{ а}} = 15\,600\text{ ом}.$$

Внутреннее сопротивление лампы R_i почти неизменно для всех значений напряжений на аноде и сетке в пределах прямолинейных участков характеристик.

При повышении напряжений накала крутизна характеристики S лампы обычно увеличивается и ее внутреннее сопротивление R_i уменьшается. При напряжении накала ниже нормы и при уменьшении эмиссии крутизна характеристики S уменьшается, а внутреннее сопротивление R_i увеличивается.

Максимальная мощность, рассеиваемая на аноде. Мощность, рассеиваемая на аноде, определяется, как и для двухэлектродной лампы, произведением анодного тока на анодное напряжение. Но в трехэлектродной лампе предельной мощности рассеяния можно достигнуть при разных соотношениях между анодным током и анодным напряжением, определяемых напряжениями на сетке лампы.

Следовательно, на каждой характеристике фиг. 5-20 можно определить точку, соответствующую анодному напряжению, при котором получается предельная мощность для лампы УБ-240, равная 0,6 вт. Соединяя найденные точки анодной кривой, получим кривую $P_{a\text{ макс}}$, определяющую максимальные значения анодного тока для всех возможных условий работы лампы. Превышение этой мощности ведет к сильному нагреву анода, вследствие чего лампа быстро приходит в негодность.

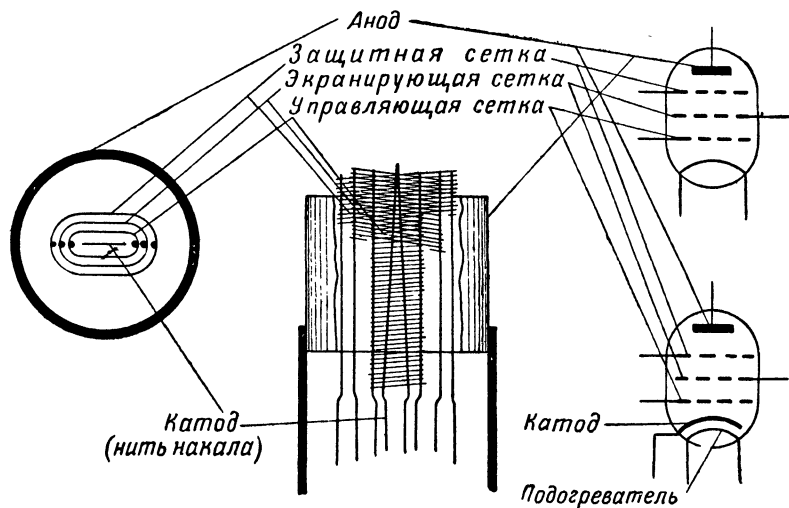
5-10. Пентоды

Коэффициент усиления лампы можно увеличить, ослабляя влияние анодного напряжения на анодный ток. Такой способ увеличения коэффициента усиления применяется в электронных лампах, носящих название пентодов.

Существуют пентоды двух видов: 1) низкочастотные, служащие для усиления мощности колебаний низкой (звуковой) частоты, и 2) высокочастотные, применяемые главным образом для усиления высокочастотных колебаний. В пентодах между основной сеткой, называемой в данном случае управляющей сеткой, и анодом располагаются еще

две сетки: экранирующая и защитная (фиг. 5-21). На экранирующую сетку, расположенную ближе к управляющей сетке, дается положительное напряжение, равное от $1/3$ до полного анодного напряжения. Это напряжение называется экранным напряжением. Защитная сетка расположена ближе к аноду и обычно соединяется с катодом пентода.

Дополнительные сетки в пентоде уменьшают влияние анодного напряжения на летящие к нему от катода электроны вследствие того, что проволочки этих сеток «отгораживают» или, как говорят, «экранируют» анод от управляющей сетки и катода, ослабляя этим притяжение электронов



Фиг. 5-21. Устройство пентода и его изображение на схемах.

анодом. В результате этого коэффициент усиления у пентодов получается большим, чем у триодов. Но так как экранирующая сетка имеет относительно большое положительное напряжение и расположена ближе к катоду, то ее действие на поток электронов будет велико и общий электронный поток в лампе не ослабнет. Часть электронов этого потока пролетает сквозь дополнительные сетки, попадает на анод, так что анодный ток в пентоде получается приблизительно таким же, как и анодный ток триода; часть электронов попадает на экранирующую сетку, образуя ток в ее цепи (ток экранирующей сетки).

Уменьшение емкости анод—управляющая сетка. Анод и сетку трехэлектродной лампы можно рассматривать как две обкладки конденсатора, между которыми существует некоторая емкость. Введение в лампу экранирующей и защитной сеток уменьшает эту емкость. Чтобы понять причину уменьшения емкости между анодом и управляющей сеткой в пентоде, обратимся к фиг. 5-22. На фиг. 5-22,а схематически показана емкость между анодом и сеткой трехэлектродной лампы. Схема фиг. 5-22,б аналогична схеме фиг. 5-22,а, но только здесь вместо трехэлектродной лампы схематически показан пентод. Здесь обкладка, представляющая собой управляющую сетку, как бы исключена из конденсатора «управляющая сетка — анод», ее место заняла экранирующая сетка.

ТАБЛИ
Пентоды и лучевые тетроды, применяе

Тип лампы	Вид лампы	Применение лампы	Напряжение на- кала U_H	Ток накала I_H	Напряжение на аноде U_a	Анодный ток I_a	Напряжение на экранирующей сетке $U_{с2}$
			в	а	в	мА	в
1К1П	Пентод прямого на- кала, стеклянный, пальчиковый	В усилителях высокой или низкой частоты приемни- ков с питанием от бата- рей	1,2	0,06	90	1,8	45
2Ж2М	Пентод прямого на- кала, стеклянный, малогабаритный	То же	2,0	0,06	120	1,7	70
2К2М	Пентод прямого на- кала, с перемен- ной крутизной, стеклянный, ма- логабаритный	То же	2,0	0,06	120	1,9	70
6Ж7	Пентод подогрев- ный, металличе- ский	В усилителях высокой или низкой частоты приемников и в усиле- телях низкой частоты радиоузлов	6,3 6,3	0,3 0,3	250 250	2,0 3,0	100 100
6S17	То же	То же	6,3	0,3	250	7,0	100
6К7	Пентод подогрев- ный, с переменной крутизной, метал- лический	В усилителях высокой ча- стоты с питанием от электросетей	6,3	0,3	250	7,0	100
6К9М	Пентод подогрев- ный, с переменной крутизной, стек- лянный	То же	6,3	0,3	250	9,2	100
6Б8	Двойной диод-пен- тод подогревный, стеклянный	В усилителях высокой и низкой частоты прием- ников и в качестве де- тектора; питание от электросети	6,3	0,3	250	9,0	125
2П1П	Пентод прямого на- кала, стеклянный, пальчиковый	В оконечных каскадах низ- кой частоты приемников и усилителей с питанием от батарей	1,2 или 2,4	0,12 или 0,06	90	9,5	90
СБ-258	Пентод прямого на- кала	То же	1,8	0,32	160	10	120
СО-257	Пентод прямого на- кала	То же	2,0	0,275	200	14	100
6Ф6	Пентод подогревный, металлич. (6Ф6С— стеклянный)	В оконечных каскадах низкой частоты прием- ников и усилителей . .	6,3	0,7	250	34	250
6V6	Лучевой тетрод под- огревный	То же	6,3	0,45	250	45	250
6Л6С (6Л6)	Лучевой тетрод под- огревный, стек- лянный (6Л6—ме- таллический)	То же	6,3	0,9	250	72	250
30П1М	Лучевой тетрод под- огревный, стек- лянный	В оконечных каскадах низкой частоты прием- ников с питанием от электросети	30	0,3	110	45	110

ЦА 5-3

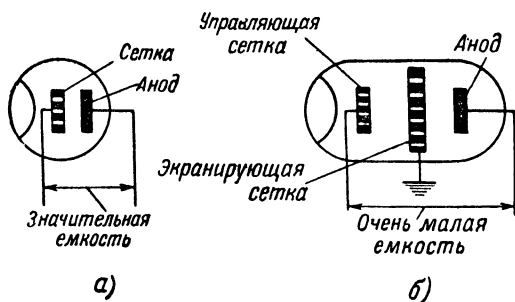
мые в аппаратуре сельской радиодиффузии

Ток в цепи экра- нирующей сетки I_{c_2}	Смещение на управляющей сетке U_{c_1}	Кривизна харак- теристики S	Коэффициент усиления μ	Внутреннее со- противление R_i	Максимальная мощность, рассеи- ваемая на аноде $P_a \text{ макс}$	Ток эмиссии I_e	Емкость анод -- управляющая сетка $C_a - c_1$	Срок службы t	Полная высота h	Наибольший диа- метр D	Общий вид
ма	в	ма/в		тыс. ом	вт	ма	пф	час.	мм	мм	№ фиг.
0,65	0	0,75	1 000	750	—	—	0,01	—	54	19	5-1,а
0,5	— 0,5	0,95	950	1 000	0,50	8	0,02	500	80	30	5-1,б
0,5	— 0,5 — 10	0,95 0,025	950	1 000	0,50	8	0,02	500	80	30	5-1,б
0,8	— 3	1,65	1 650	1 000	2,5	—	2,8	—	67	33	—
0,5	— 3	1,2	1 500	1 000	0,75	90	0,005	500	80	33	5-2,з
1,7	— 3	1,45 0,002	1 200	830	2,25	90	0,005	500	80	33	5-2,з
2,6	— 3	2,0	1 600	800	4,0	90	0,005	500	90	34	5-1,б
2,3	— 3	1,12	800	600	2,5	50	0,005	500	83	30	5-1,б
2,1	— 4,5	2,15	215	100	0,85	—	—	—	54	19	5-1,а
1,7	— 6	2,0	160	80	2,0	18	0,5	750	78	30	5-1,а
2,5	— 7	1,8	200	110	2,5	35	0,06	500	86	30	5-1,б
6,5	— 16,5	2,5	200	80	10,0	125	0,6	500	82,5	33	5-2,а
4,5	— 12,5	4,1	250	52	12,0	—	0,7	500	—	—	—
5,0	— 14	6,0	150	25	20	275	1,0	500	109	39	—
4,0	— 7,5	10,0	—	10	10	—	2,0	300	90	35	5-1,а

Вследствие того, что экранирующая сетка не является сплошной, все же существует некоторая емкость между отдельными участками анода и управляющей сетки. Однако эта емкость у некоторых пентодов в сотни и тысячи раз меньше, чем у триодов, и составляет сотые и тысячные доли пикофарды. Наличие таких малых емкостей между анодом и управляющей сеткой особенно важно для высокочастотных пентодов, т. е. для пентодов, предназначенных для усиления колебаний высокой частоты.

Вследствие указанных преимуществ пентодов по сравнению с триодами пентоды имеют более широкое распространение в радиоприемниках, чем триоды.

Еще о роли защитной сетки. Необходимо сказать еще об одной роли защитной сетки, особенно существенной для низкочастотного пентода.



Фиг. 5-22. К объяснению действия экранирующей сетки.

Электроны, летящие от катода, при ударах об анод могут «выбить» из его атомов новые электроны (эти выбитые электроны носят название вторичных электронов). В результате анод тоже начинает испускать электроны — возникает вторичная эмиссия анода. Если бы в лампе не было защитной сетки, то выбитые из анода электроны направились бы к положительно заряженной экранирующей сетке, т. е. возник бы поток электронов от анода навстречу основному потоку. В результате анодный ток лампы уменьшился бы, а ток экранирующей сетки возрос. Благодаря наличию защитной сетки, соединенной с катодом, т. е. с минусом анодного напряжения, вторичные электроны отталкиваются ею и возвращаются на анод, и нормальная работа пентода не нарушается.

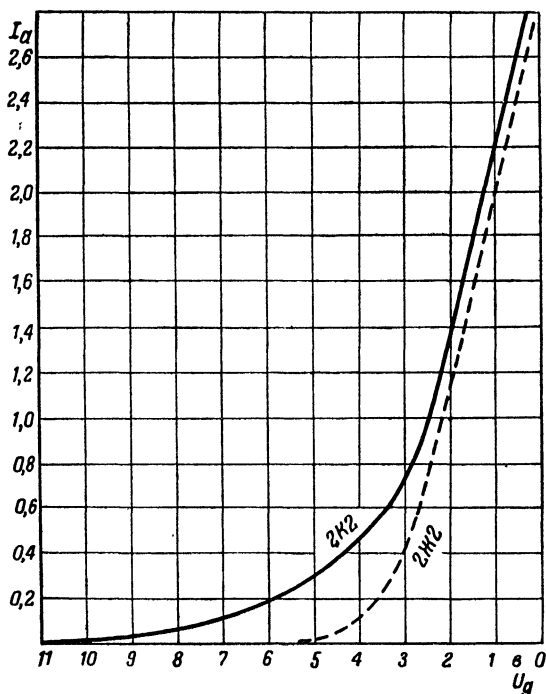
Отметим, что для радиоприемников старого образца, а также для радиопередатчиков и усилителей радиотрансляционных узлов выпускаются лампы без защитной сетки, т. е. в них имеются катод, управляющая сетка, экранирующая сетка и анод. Такие лампы называются тетродами или экранированными лампами. В настоящее время они имеют весьма ограниченное применение из-за большого влияния в них вторичной эмиссии.

Параметры пентодов. Высокочастотные пентоды обладают большими коэффициентами усиления, чем пентоды низкочастотные (табл. 5-3).

Крутизна характеристики, коэффициент усиления и внутреннее сопротивление пентода (а также и тетрода) сильно меняются с изменением напряжения на аноде и на экранирующей сетке. Наибольшая крутизна и наибольший коэффициент усиления получаются у пентода при некоторых определенных напряжениях на аноде и сетках.

5-11. Пентоды с переменной крутизной характеристики

Характеристика одного из пентодов (типа 2К2М), называемых пентодами с переменной крутизной характеристики, приведена на фиг. 5-23 (здесь же приведена для сравнения характеристика обычного пентода 2Ж2М). Эта характеристика имеет длинный нижний перегиб или, как говорят, «длинный хвост». Из фиг. 5-23 видно, что если отрицательное сме-



Фиг. 5-23. Характеристики пентода 2К2М с переменной крутизной характеристики и пентода 2Ж2М с обычной характеристикой.

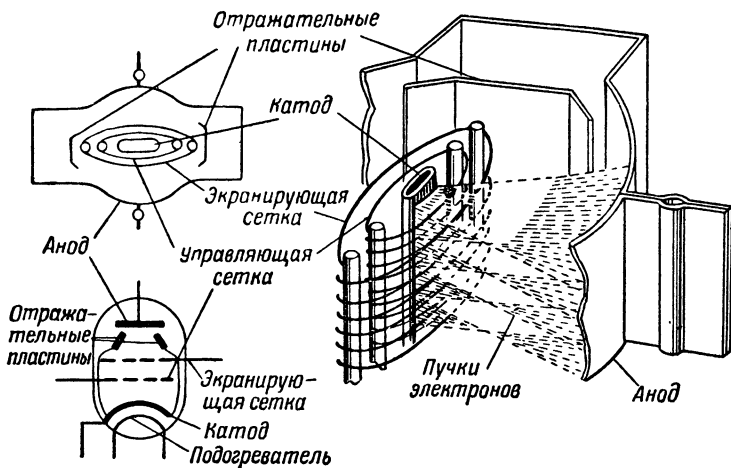
ещение на управляющей сетке лампы 2К2М невелико, то крутизна характеристики относительно велика, с увеличением же отрицательного смещения крутизна уменьшается. Так, если при смещении около $-0,5$ в крутизна характеристики равна около $0,95$ ма/в , то с увеличением смещения до -10 в она уменьшается до $0,025$ ма/в , т. е. почти в 40 раз. Это свойство лампы используется при необходимости для изменения усиления ламповых радиоприемников.

В лампе с переменной крутизной управляющая сетка в своей средней части имеет большее расстояние между витками, чем по краям. При малых отрицательных смещениях на управляющей сетке электроны проходят от катода к аноду как через узкие, так и через широкие про-

межутки между витками. Наибольшее влияние на анодный ток при этом будут оказывать крайние (густые) части сетки, и небольшие изменения напряжения на ней вызовут сравнительно значительное изменение анодного тока (что соответствует большой крутизне характеристики). При значительном отрицательном смещении на управляющей сетке концевые (густые) части сетки уже не будут пропускать через себя электронов. Электроны будут попадать на анод только через широкие промежутки между средними витками сетки, которые оказывают меньшее влияние на изменения анодного тока при изменении напряжения на сетке, и крутизна характеристики получается небольшой.

5-12. Лучевые тетроды

В лучевом тетроде влияние вторичной эмиссии ликвидируется созданием между экранирующей сеткой и анодом зоны отрицательного пространственного заряда, который отталкивает обратно к аноду вылетающие



Фиг. 5-24. Устройство лучевого тетрода и его обозначение на схемах.

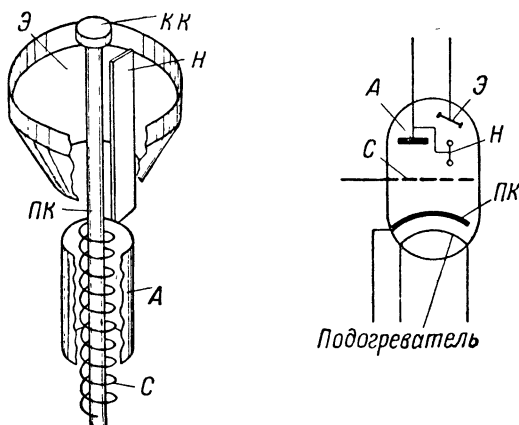
из него вторичные электроны. Этот заряд образуется из вторичных же электронов, выбитых из анода.

Устройство лучевого тетрода. Катод лампы (подогревный) имеет овальную форму. Управляющая и экранирующая сетки представляют сплюснутые проволоочные спирали, причем проволоки экранирующей сетки располагаются точно против витков управляющей сетки. В промежутке между экранирующей сеткой и анодом против стоек, на которых укреплены витки сеток, помещены две соединенные с катодом металлические пластинки (фиг. 5-24). Эти пластинки носят название отражательных и служат для того, чтобы не допустить бокового попадания электронов на анод (мимо металлических стоек для сеток). При такой конструкции лампы испускаемые катодом электроны вынуждены лететь от катода к аноду пучками или «лучами». Отсюда эта лампа и получила название «лучевой».

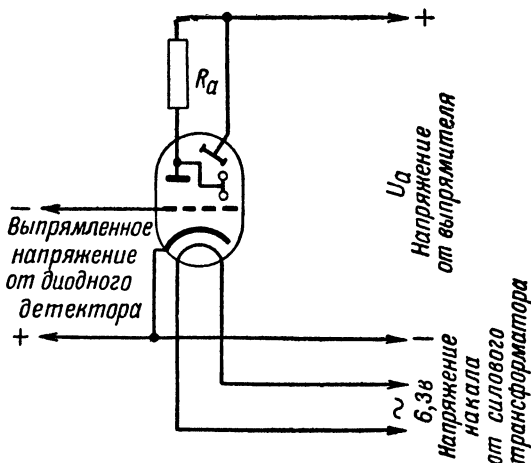
Так как каждый виток экранирующей сетки заслонен от катода витком управляющей сетки, на экранирующую сетку с катода попадает мало электронов и ток в ее цепи получается значительно меньший, чем ток в цепи экранирующей сетки пентода.

5-13. Индикатор настройки

В некоторых ламповых радиоприемниках применяются так называемые индикаторы настройки типа 6Е5, облегчающие точную настройку приемников на принимаемую станцию. Индикатор настройки



Фиг. 5-25. Индикатор настройки и его обозначение на схемах.



Фиг. 5-26. Схема включения индикатора настройки.

представляет стеклянный подогревный триод (фиг. 5-25), в верхней части которого расположен металлический кратер Э (вроде маленького блюдца). В середине кратера имеется круглое отверстие, через которое выходит конец катода ПК, закрытый черным колпачком КК. Кратер изолирован от всех других электродов лампы и имеет вывод к отдельной ножке на цоколе. Внутренняя поверхность кратера покрыта окисью цинка и способна светиться зеленоватым светом под действием падающих на него электронов. Она носит название экрана. Для того чтобы электроны с катода попадали на кратер, он соединяется с положительным полюсом источника анодного напряжения.

Между концом катода и экраном расположен электрод в виде кончика ножа Н, соединенный внутри лампы непосредственно с анодом А ее триодной части. Анод лампы и нож соединяются с положительным полюсом источника анодного напряжения через сопротивление R_a в 1 мгом (фиг. 5-26).

Действие индикатора настройки. Когда на сетке лампы индикатора имеется настолько большое отрицательное смещение, что анодный ток отсутствует, на сопротивлении R_a не получается падения напряжения, и поэтому напряжение на аноде, на ноже и на кратере будет равно напряжению источника. При этом испускаемые катодом электроны будут одинаково притягиваться всей поверхностью кратера и экран будет светиться равномерно. Если же уменьшить отрицательное смещение на сетке до такой величины, что появится анодный ток, то на сопротивлении R_a будет иметь место падение напряжения, вследствие чего напряжение на аноде и на ноже станет меньше, чем напряжение на кратере, и в направ-

ТАБЛИЦА
Gen

Тип лампы	Конструкция лампы	Применение лампы	Напряжение на-кала U_H	Ток накала I_H	Напряжение на аноде U_a	Анодный ток I_a	Напряжение на первой сетке U_{c1}
			в	а	в	ма	в
1А1П	Прямого накала, стеклянная, пальчиковая	В супергетеродиче с питанием от батарей . . .	1,2	0,06	90	0,8	—
СЭ-242	Прямого накала, стеклянная, малогабаритный	То же	2,0	0,16	120	4,3	0
6А8	Подогревная, металлическая	В супергетеродине с питанием от сети	6,3	0,3	250	3,0	—3
6А10, 6А7	Подогревная, стеклянная (6А7—металлическая)	То же	6,3	0,3	100	1,2	—
					250	3,5	—
					100	3,3	—

¹ Напряжение на второй и четвертой сетках $U_{c2,4}$

² Ток второй и четвертой сеток $I_{c2,4}$

лении ножа электроны будут притягиваться кратером слабее, чем во всех других направлениях.

Вследствие этого число электронов, попадающих на кратер против ножа, уменьшится и в этом месте экран будет светиться слабее — на нем получится тень в виде сектора. Чем меньше отрицательное смещение на сетке, тем меньше положительное напряжение на ноже и тем шире затемненный сектор на экране. При нулевом напряжении на сетке будет затемнена $1/4$ часть поверхности кратера.

Схема лампового приемника с индикатором настройки составляется таким образом, что при отсутствии настройки на радиостанцию сетка индикатора настройки имеет нулевое смещение. При настройке на станцию на его сетку подается от диодного детектора отрицательное напряжение. В результате, когда приемник не настроен на станцию, на кратере получается наиболее широкая тень, а при приближении к положению точной настройки теневой сектор сужается. Наименьшую ширину он имеет при точной настройке на станцию, так как при этом на его сетке получается наибольшее отрицательное напряжение.

5-14. Гептод

Гептоды применяются в преобразователях супергетеродинных приемников (см. стр. 121). Гептод имеет пять сеток (фиг. 5-27), анод и катод. Гептод СБ-242 имеет катод прямого накала, а гептод 6А8 — подогревный катод. Первая (ближайшая к катоду) и четвертая сетки являются управляющими сетками.

ЦА 5-4

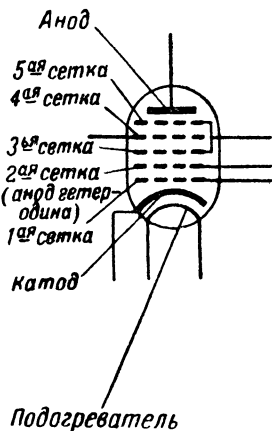
тоды

Напряжение на второй сетке U_{c2}	Ток второй сетки I_{c2}	Напряжение на третьей и пятой сетках $U_{c3,5}$	Ток третьей и пятой сеток $I_{c3,5}$	Напряжение на четвертой сетке U_{c4}	Емкость анод — четвертая сетка $C_a - c_4$	Максимальная мощность, рассеиваемая анодом, P_a	Ток эмиссии I_g	Внутреннее сопротивление R_i	Срок службы t	Полная высота h	Наибольший диаметр D	Общий вид
в	ма	в	ма	в	пф	вт	ма	тыс. ом	час.	мм	мм	№ фиг.
45 ¹	1,9 ²	0 ³	—	—	—	—	—	800	—	54	19	5-1,а
120	4,5	70	—	0	0,45	0,7	15	150	500	81	30	5-1,б
250	4,0	100	2,7	— 3 — 45	0,06	1,0	80	360	500	80	33	5-2,г
100	1,6	50	1,5	— 1,5 — 20	0,06	1,0	80	600	—	—	—	—
100 ¹	8,5 ²	0 ³	—	—	0,13 ⁴	1,0	—	800	—	—	—	5-1,б
100	8,5	0	—	—	0,13	1,0	—	500	—	—	—	(6SA7—5-2,б)

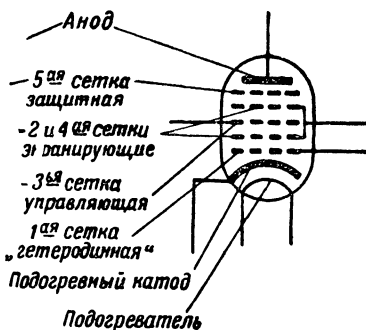
³ Напряжение на третьей сетке U_{c3} .

⁴ Емкость анод — третья сетка $C_a - c_3$.

Вторая сетка обычно выполняется в виде двух металлических прутков и играет в преобразователе супергетеродина роль дополнительного анода. Третья и пятая сетки соединены между собой внутри баллона лампы и являются экранирующими сетками. Третья сетка экранирует первую и вторую сетки от четвертой сетки, а пятая сетка экранирует четвертую сетку от анода. На анод, пятую и третью (экранирующие) сетки, а также на вторую сетку подаются положительные напряжения. Первая и четвертая (управляющие) сетки получают отрицательные смещения.



Фиг. 5-27. Обозначение на схемах геттода 6А8.



Фиг. 5-28. Обозначение на схемах геттода 6А10.

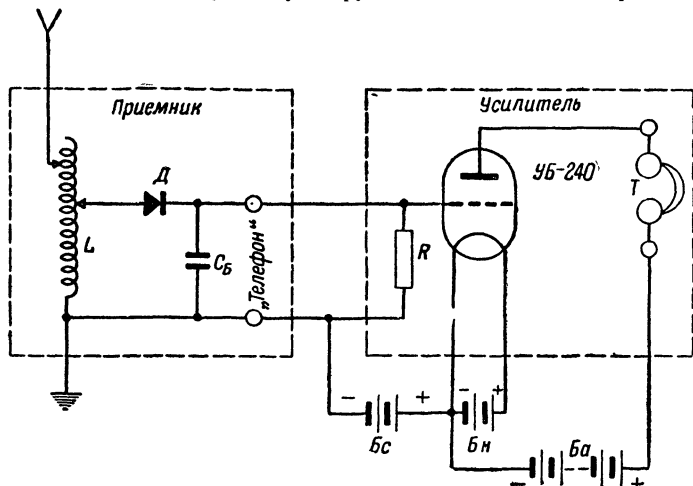
В геттодах 1А1П и 6А10 применена иная комбинация сеток (фиг. 5-28). В них управляющими сетками являются первая и третья сетки; вторая сетка экранирует их друг от друга. Четвертая сетка, соединенная внутри баллона со второй сеткой, экранирует третью сетку от анода. На анод и обе экранирующие сетки подаются положительные напряжения. Обе управляющие сетки должны получать отрицательные смещения. Пятая сетка, расположенная ближе всего к аноду и соединенная с катодом, является защитной сеткой и служит, так же как и в пентоде, для устранения влияния на работу лампы вторичной эмиссии электронов анодом. Работа геттодов будет рассмотрена при описании действия супергетеродинных приемников.

5-15. Простейшие усилители с электронными лампами

Схема с питанием от батарей. Схема простейшего усилителя с электронной лампой приведена на фиг. 5-29. Здесь цепь сетки трехэлектродной лампы соединена с гнездами «телефон» детекторного приемника, а телефон электромагнитного типа включен в анодную цепь лампы (между плюсом анодной батареи и анодом лампы). Схема работает следующим образом. На сетку лампы кроме отрицательного смещения от батареи B_c подается также напряжение низкой (звуковой) частоты от приемника. Изменяющееся с низкой частотой напряжение на сетке вызывает

пульсации анодного тока лампы с той же частотой. Этот ток, проходя по обмоткам катушек телефона, преобразуется в соответствующий звук.

Включение пьезотелефона. Для того, чтобы в схеме усилителя применить пьезоэлектрический телефон вместо электромагнитного, необходимо между плюсом анодной батареи и анодом лампы включить сопротивление, а пьезотелефон подключить к концам этого сопротивления через конденсатор. В этом случае пульсирующий анодный ток, проходя через



Фиг. 5-29. Простейшая схема усилителя с питанием от батарей.

сопротивление, создает на нем пульсирующее напряжение. Переменная составляющая этого напряжения через конденсатор поступит на пьезоэлемент телефона.

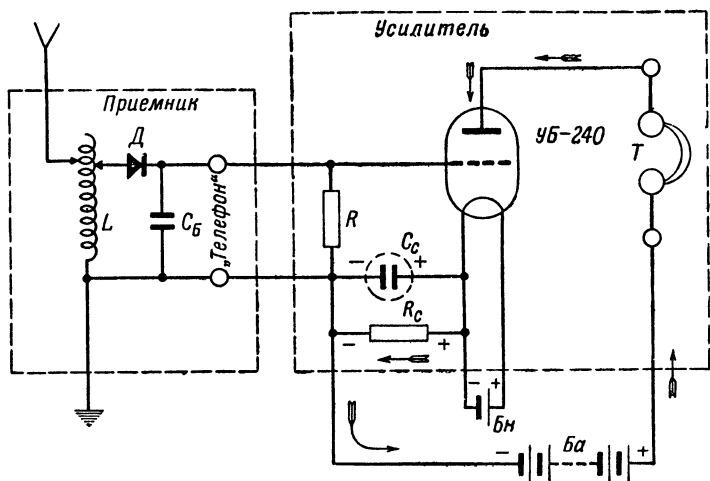
Усилительное действие лампы. Звук в телефоне, включенном в анодную цепь усилителя, будет громче звука в телефоне, подключенном непосредственно к детекторному приемнику, так как анодный ток лампы пульсирует сильнее (с большей амплитудой), чем ток, поступающий от детектора. Увеличение громкости звучания телефона (усиление) получается за счет энергии, доставляемой анодной батареей. В этом и заключается усилительное действие лампы. Так как этот усилитель усиливает электрические колебания, получающиеся после детектора, т. е. колебания низкой частоты, он носит название усилителя низкой частоты.

С помощью детекторного приемника и усилителя по схеме фиг. 5-29 можно осуществлять громкоговорящий прием мощных близкорасположенных радиовещательных станций, включив вместо телефона громкоговоритель «Рекорд» (или пьезоэлектрический громкоговоритель).

Условия получения наибольшего усиления. Чтобы электронная лампа давала возможно большее усиление подводимых к ее сетке колебаний, необходимо: 1) подать на нить накала лампы нормальное напряжение накала; 2) подать на ее анод необходимое положительное напряжение; 3) дать на управляющую сетку соответствующее отрицательное напряжение смещения. При нормальном накале лампы громкость звучания теле-

фона или громкоговорителя возрастает с увеличением напряжения анодной батареи; при уменьшении анодного напряжения и напряжения накала громкость уменьшается.

Наименьшие нелинейные искажения в воспроизводимой передаче получаются, когда изменения анодного тока почти пропорциональны изменениям напряжения на сетке лампы. Это обеспечивается правильным выбором напряжения батареи смещения: смещение на сетке должно быть



Фиг. 5-30. Схема усилителя с автоматическим смещением на управляющую сетку.

таким, чтобы анодный ток лампы изменялся в пределах прямолинейной части характеристики. Кроме того, при недостаточно большом отрицательном смещении анодный ток лампы может возрасти до величины, при которой мощность рассеяния на аноде превысит максимально допустимую для данной лампы.

Далее, для получения громкого звучания необходимо, чтобы катушки телефона или громкоговорителя обладали достаточно большим сопротивлением для токов низких частот, что получается при достаточно большом числе витков этих катушек. Поэтому наиболее подходящими являются так называемые высокоомные телефоны и громкоговорители, обладающие сопротивлением для постоянного тока в 2 000 — 4 000 ом.

Наибольшую громкость звучания можно получить от усилителя с лампой данного типа при данном режиме ее работы, если «нагрузка», включенная в анодную цепь (громкоговоритель или телефон), имеет некоторое вполне определенное сопротивление. Сопротивление такой величины носит название *наиболее выгоднейшего нагрузочного сопротивления* лампы и имеет порядок тысяч ом.

Различным режимам работы лампы (различным анодным напряжениям и соответствующим им напряжениям отрицательного смещения на сетке) соответствуют различные оптимальные величины нагрузочного сопротивления.

Схема с автоматическим смещением. На фиг. 5-30 приведена схема усилителя, отличающаяся от схемы фиг. 5-29 тем, что в ней отсутствует

батарея смещения B_c . Схема фиг. 5-30 называется схемой усилителя с автоматическим смещением на управляющую сетку.

Здесь между отрицательным полюсом анодной батареи B_a и катодом лампы включено сопротивление R_c , через которое проходит анодный ток лампы, создавая на нем падение напряжения. При этом на конце сопротивления R_c , соединенном с катодом, получается плюс этого напряжения, а на конце, соединенном с минусом анодной батареи, а также с управляющей сеткой лампы через сопротивление R , получится минус. Таким образом, управляющая сетка лампы получает по отношению к ее катоду отрицательное напряжение. Величина этого напряжения может регулироваться изменением величины сопротивления R_c .

Сопротивление R_c называется сопротивлением автоматического смещения или кратко сопротивлением смещения.

Параллельно сопротивлению смещения обычно выключается конденсатор C_c емкостью порядка нескольких десятков микрофард. Конденсатор C_c заряжается до величины напряжения на сопротивлении R_c и поддерживает это напряжение постоянным, независимым от изменений анодного тока, проходящего через сопротивление.

В отличие от схем с автоматическим смещением схемы, у которых смещение на управляющую сетку подается от отдельного источника, называются схемами с фиксированным смещением.

Усилитель с питанием от сети переменного тока. Для питания усилителя может быть использована электроэнергия сети электрического освещения. В этом случае вместо анодной батареи B_a нужен выпрямитель, выполненный, например, по схеме фиг. 5-12 или 5-13. В усилителях с таким способом питания применяются лампы с подогревным катодом, накал которых производится переменным током.

Более сложные усилители, позволяющие получить громкое звучание громкоговорителя или даже большого числа громкоговорителей, рассматриваются в следующих главах этой книги.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМ ЛАМПОВЫХ РАДИОПРИЕМНИКОВ И УСИЛИТЕЛЕЙ

6-1. Классификация приемников и усилителей

Сеточный детектор. Простейшим ламповым приемником можно считать радиоприемник с диодным детектором, схема которого была приведена в предыдущей главе на фиг. 5-8. Такой приемник, однако, не имеет особых преимуществ перед приемниками с кристаллическим детектором и поэтому на практике почти никогда не применяется.

Из одноламповых самодельных радиоприемников наибольшим распространением среди радиолюбителей пользуются радиоприемники, в которых применяются триоды или пентоды. Детектирование в таких приемниках обычно осуществляется в цепи управляющей сетки лампы и поэтому называется сеточным детектированием, а лампа, осуществляющая сеточное детектирование, носит название сеточного детектора. Выполняя функции сеточного детектора, лампа в то же время усиливает полученные после детектирования колебания н. ч. Поэтому телефон, включенный в такой приемник, звучит громче, чем в случае приемника с диодным или кристаллическим детектором.

Регенератор. В одноламповых приемниках с сеточным детектором, как правило, применяется положительная обратная связь, увеличивающая амплитуду колебаний в ч., получаемых от антенны. Такие приемники называют регенеративными приемниками или регенераторами.

Регенератор обеспечивает значительно более громкий прием близко расположенных радиовещательных станций по сравнению с приемником без обратной связи. В то же время он обеспечивает прием дальних радиостанций, не слышимых на приемники с кристаллическим или сеточным детектором без обратной связи.

Усиление высокой частоты. Более надежным способом повышения чувствительности приемника с целью осуществления приема дальних станций является применение в нем усилителя колебаний в ч., называемого сокращенно усилителем в. ч. В этом случае колебания в ч. поступают из антенного контура на усилитель в ч., который их усиливает (увеличивает их амплитуду) и подает на детектор. Усиление в ч. осуществляется пентодом (или тетродом). Детектирование усиленных колебаний в ч., как правило, осуществляется другой электронной лампой (триодом или пентодом), работающей как сеточный детектор.

Радиоприемники с усилителем в ч. и сеточным детектором, преобразующим колебания в ч. непосредственно в колебания н. ч., называются приемниками прямого усиления. Во многих приемниках прямого усиления также применяется обратная связь.

Супергетеродин. В большинстве современных радиоприемников принимаемые модулированные колебания в ч. поступают на преобразователь частоты (иногда называемый также первым детектором), который преобразует эти высокочастотные колебания в модулированные колебания другой высокой же частоты, называемые колебаниями промежуточной частоты (сокращенно колебания п. ч.). Преобразователь обычно работает на геттоде и устроен так, что частота любой радиовещательной станции, на которую может быть настроен приемник, всегда преобразуется в колебания одной и той же промежуточной частоты. В большинстве радиовещательных приемников применяется промежуточная частота 450—470 или 110—120 кГц. Колебания промежуточной частоты с преобразователя поступают на усилитель промежуточной частоты, в котором применяется пентод¹. Усиленные колебания промежуточной частоты поступают на второй детектор (функции которого в большинстве приемников выполняет диод), после которого получаются уже колебания н. ч. Такие радиоприемники называются супергетеродинами. В некоторых супергетеродинах имеются каскады усиления в ч., т. е. в них колебания в ч. подвергаются до преобразователя частоты предварительному усилению.

Усилители низкой частоты. Колебания н. ч. после детектора не являются достаточно мощными, чтобы заставить звучать громкоговоритель с достаточной громкостью. Поэтому в приемниках с громкоговорящими необходимы усилители н. ч., усиливающие получаемые от детекторов маломощные колебания н. ч. до необходимой мощности. Чтобы получить достаточно громкий прием очень отдаленных радиовещательных станций, передачи которых все же еще может уловить приемник, в большинстве случаев бывает необходимо иметь в нем, по крайней мере,

¹ В некоторых радиоприемниках в усилителе промежуточной частоты работают два пентода и колебания промежуточной частоты усиливаются сначала одним из них, а затем другим. Такие усилители промежуточной частоты называются двухкаскадными усилителями промежуточной частоты.

двухкаскадный усилитель н. ч. В этом случае колебания н. ч. от детектора поступают в цепь управляющей сетки лампы первого каскада усилителя н. ч., усиливаются им и уже усиленные подаются в цепь сетки лампы второго каскада, который усиливает их еще больше. В анодной цепи второго каскада получают колебания н. ч. уже с мощностью, достаточной для громкого звучания громкоговорителя. Последний каскад усилителя н. ч. приемника (он же последний каскад приемника в целом) носит название окончного или выходного каскада усиления, а предыдущий ему каскад называется каскадом предварительного усиления или предварительным усилителем н. ч. Оконечный каскад, задачей которого является обеспечение подачи на громкоговоритель колебаний н. ч. необходимой мощности, называется также усилителем мощности, а предыдущий каскад (или предыдущие каскады) — усилителем напруги н. ч., так как к нему в большинстве случаев не предъявляются требования об отдаче им сколько-либо значительной мощности, а только требуется усиление напруги н. ч. до необходимой величины.

Только при приеме местных мощных радиовещательных станций на регенеративный приемник достаточно иметь в приемнике один оконечный каскад усиления н. ч. Такой приемник можно назвать двухламповым регенеративным приемником.

В супергетеродинах часто применяются двойные диод-триоды и двойные диод-пентоды. Их диодные части используются в качестве второго детектора, а триодные или пентодные части — в качестве первого каскада усиления н. ч. В некоторых радиоприемниках (АРЗ-49, Москвич-В) пентодная часть двойного диод-пентода работает одновременно как усилитель п. ч. и как предварительный каскад н. ч. Такая схема называется *рефлексной*.

Отрицательная обратная связь. В усилителях н. ч. часто применяется отрицательная обратная связь, позволяющая улучшить качество работы этих усилителей, а именно: а) сделать более равномерным усиление различных частот в пределах необходимого диапазона; б) уменьшить создаваемые усилителем нелинейные искажения; в) при одних и тех же лампах и источниках питания получить от усилителя большую неискаженную мощность; г) уменьшить фон переменного тока в громкоговорителе при питании приемника от сети переменного тока.

Всеволновые и двухдиапазонные приемники. Радиовещательные приемники, которые могут принимать радиостанции, работающие на волнах длинноволнового, средневолнового и коротковолнового радиовещательных диапазонов, называются *всеволновыми* приемниками. Некоторые типы приемников рассчитаны только на прием радиовещательных станций, работающих на длинных и средних волнах. Такие приемники называют *двухдиапазонными* приемниками.

Батарейные и сетевые приемники. Ламповые приемники классифицируются также и по способу их питания. Приемники, питаемые от гальванических (или аккумуляторных) батарей, называют *батарейными* приемниками. Такие приемники выпускаются для применения в местах, где нет электросетей. Радиоприемники, питаемые от электросети, называют *сетевыми* приемниками. В составе сетевого приемника всегда имеется кенотронный или селеновый выпрямитель.

Сетевые приемники, предназначенные для работы как от сетей переменного тока, так и от сетей постоянного тока, называются приемниками с *универсальным* питанием. В последних всегда применяются *бестрансформаторные* выпрямители, например, выполненные по схеме

фиг. 5-9. Сетевые приемники с силовыми трансформаторами включать в электросеть постоянного тока нельзя.

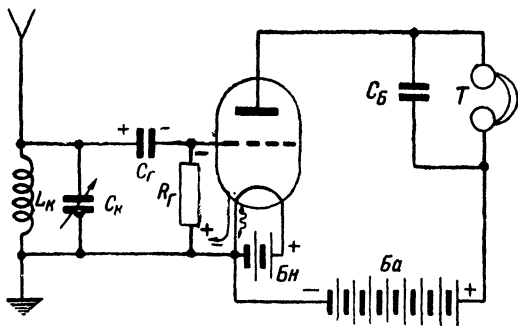
Усилители радиотрансляционных узлов. Для обеспечения работы большого количества громкоговорителей, включенных в радиотрансляционную сеть, необходима значительно большая мощность, чем может дать окончный каскад какого-либо приемника. Поэтому станции радиотрансляционных узлов оборудуются кроме приемников еще дополнительными усилителями н. ч. Чем больше радиоточек включено в радиотрансляционную сеть, тем большую мощность колебаний н. ч. должны отдавать выходные каскады этих усилителей. Но для того, чтобы выходной каскад усилителя мог отдать достаточно большую мощность, он должен получать напряжение н. ч. часто значительно большее, чем можно получить от усилителя н. ч. приемника. Поэтому в состав аппаратуры станции радиотрансляционного узла должен также входить дополнительный предварительный усилитель н. ч.

На станции радиотрансляционного узла напряжение н. ч. с окончного каскада приемника поступает на предварительный усилитель станции, здесь усиливается и подается на окончный каскад (блок) радиотрансляционного узла, откуда мощные колебания н. ч. поступают уже в провода радиотрансляционной сети и распределяются между радиоточками. При необходимости провести местную передачу приемник отсоединяется от предварительного усилителя станции и к нему (вместо приемника) подключается микрофон студии местного радиоузла и граммофонный звукосниматель.

6-2. Сеточное детектирование

Один из вариантов схемы приемника с сеточным детектором показан на фиг. 6-1. Здесь напряжение в. ч. подается с катушки антенного контура в цепь сетки лампы. Для того чтобы лампа детектировала колебания в. ч., в цепь ее сетки должны быть включены конденсатор C_r емкостью в 100—200 пф и сопротивление R_r величиной порядка 1 мгом. Сопротивление R_r может

включаться либо между сеткой и катодом лампы, либо параллельно конденсатору C_r . При таком включении оно носит название сопротивления утечки. Телефон электромагнитного типа включается между



Фиг. 6-1. Схема сеточного детектирования.

анодом лампы и плюсом анодной батареи (или выпрямителя). Параллельно ему включается блокировочный конденсатор C_B .

Рассмотрим, как действует схема фиг. 6-1.

Детектирование колебаний. При отсутствии переменного напряжения в. ч. на контуре $L_K C_K$ в анодной цепи лампы проходит постоянный ток, соответствующий нулевому напряжению на сетке. Когда в антенне возбуж-

даются колебания в. ч., на контуре $L_k C_k$ появляется переменное напряжение в. ч., которое через конденсатор C_2 поступает в цепь сетки электронной лампы. При положительном потенциале сетки по отношению к катоду в цепи сетки возникает ток (так как сетка играет в данном случае роль анода диода, составленного сеткой — нитью).

Конденсатор C_r будет заряжаться за счет тока, проходящего через промежуток сетка—нить лампы и присоединенное параллельно ему сопротивление R_r . При этом на левой обкладке конденсатора C_r соединенной с катушкой L_k , получится положительный заряд, а на правой, соединенной с сеткой, — отрицательный.

Во время следующего полупериода, когда на верхней части катушки будет минус, сетка получит отрицательный потенциал по отношению к катоду лампы и электроны не будут притягиваться сеткой. При этом обкладки конденсатора C_r получают через сопротивление R_r заряды противоположных знаков, по эти заряды будут гораздо меньшей величины вследствие того, что ток через одно сопротивление R_r будет значительно меньше общего тока через сопротивление R_r и через промежуток сетка—нить при положительном напряжении на сетке. В то же время конденсатор C_r разряжается через сопротивление R_r и катушку L_k . В результате заряд, полученный конденсатором во время отрицательного значения напряжения на верхнем конце катушки, не уничтожает заряда, полученного во время предыдущего полупериода. Во время следующих периодов описанные явления повторяются. Вследствие этого на левой обкладке конденсатора C_r получается постоянный положительный заряд, а на правой — отрицательный. Это напряжение создаст на сетке дополнительный отрицательный по отношению к катоду потенциал и тем самым вызовет уменьшение анодного тока.

Если принимаемые колебания в. ч. не модулированы, т. е. амплитуда их колебаний постоянна, то получаемый сеткой дополнительный отрицательный потенциал и вызванное им уменьшение анодного тока будет оставаться постоянным. При приеме модулированных колебаний в. ч. напряжение на конденсаторе C_r будет меняться с частотой изменения амплитуд колебаний в. ч., т. е. с частотой модуляции. Соответственно с этим будет изменяться и анодный ток. Пульсации анодного тока, происходящие с частотой модуляции, пройдут через телефон, приведут в соответствующие колебания его мембрану, и в телефоне будет слышна передача.

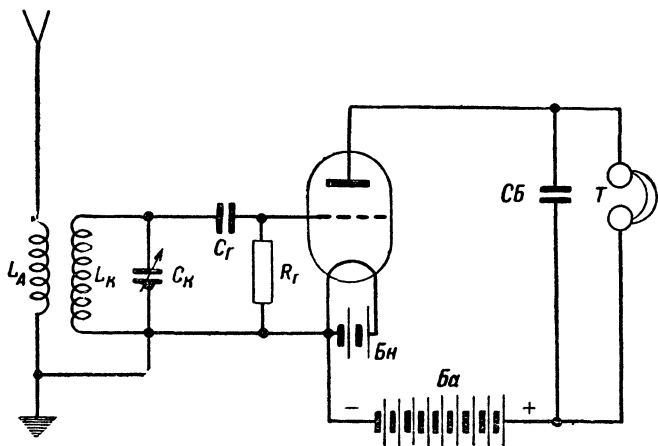
Пульсация анодного тока содержит в себе одновременно составляющие тока низкой и высокой частот. Так как включенный параллельно телефону блокировочный конденсатор C_b имеет емкость 1 000—2 000 пф и, следовательно, обладает весьма малым сопротивлением для токов в. ч., то высокочастотная составляющая анодного тока свободно проходит через блокировочный конденсатор мимо обмоток телефона. Для низкочастотной составляющей анодного тока конденсатор C_b представляет значительно большее сопротивление и через него ответвляется лишь незначительная его часть.

Следует отметить еще одно преимущество радиоприемника с сеточным детектором по сравнению с детекторным приемником. Сеточная цепь лампы, соединенная с антенным контуром, вносит в последний значительно меньшее сопротивление, чем контур с кристаллическим детектором, что

улучшает избирательность антенного колебательного контура, настройка на станции получается более острой, а отстройка от мешающих станций—более совершенной.

Вместо триода в схеме фиг. 6-1 может быть применен пентод или тетрод. Для питания от сетей переменного тока необходим выпрямитель, а в схеме приемника должна быть применена подогревная лампа.

Связь с антенной. Избирательность приемника может быть улучшена, если его собрать по схеме с индуктивной антенной связью (фиг. 6-2). Кроме того, настройка приемника по такой схеме меньше зависит от размеров присоединенной к нему антенны. Здесь между антенной и землей, как обычно, включена катушка L_A , носящая название катушки антенной связи. Рядом с ней расположена катушка L_K , образующая



Фиг. 6-2. Схема лампового приемника с индуктивной антенной связью.

совместно с конденсатором C_K замкнутый колебательный контур, к которому присоединена цепь сетки лампы. Работает данная схема следующим образом. Токи в. ч., возбужденные в антенне проходящими радиоволнами, проходят по катушке L_A и создают вокруг нее магнитное поле в. ч., которое индуцирует э. д. с. в катушке L_K . При настройке контура $L_K C_K$ в резонанс на желаемую станцию эта индуцированная э. д. с. получится наибольшей. Напряжение в. ч. с концов катушки L_K поступает в цепь сетки лампы и детектируется ею так же, как в схеме фиг. 6-1.

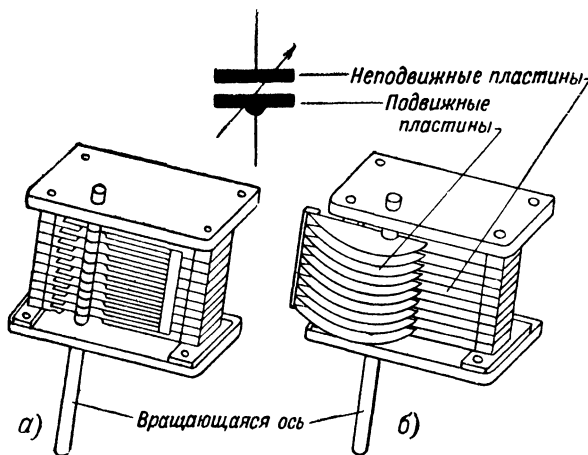
Схема фиг. 6-2 носит название схемы с индуктивной или трансформаторной связью.

Избирательность приемника можно повысить и другим способом, применяя емкостную связь с антенной. В этом случае контур $L_K C_K$ соединяется с антенной через конденсатор с небольшой емкостью — порядка нескольких десятков пикофард. Конденсатор этот носит название конденсатора антенной связи.

6-3. Элементы настройки радиоприемников

Конденсатор переменной емкости. Настройка колебательных контуров ламповых радиоприемников производится обычно конденсатором переменной емкости. Основными частями такого конденсатора являются латунные, медные или алюминиевые пластинки, собранные в две группы.

Пластинки одной группы укрепляются неподвижно, а пластинки другой, имеющие, например, полукруглую форму или близкую к ней, укреплены на металлической оси (фиг. 6-3). На ось насаживается ручка, с помощью которой и осуществляется вращение этих пластинок. При вращении подвижные пластинки входят в промежутки между неподвижными пластинками, не соприкасаясь с ними, так что между подвижными и не-



Фиг. 6-3. Конденсатор переменной емкости и его изображение на схемах.

подвижными пластинками получается небольшой воздушный зазор¹. Пластинки первой и второй групп не должны иметь между собой металлического соединения, что достигается применением в конденсаторе изоляционных материалов. Для подключения конденсатора в схему он имеет контакты для припайки проводов. Один из контактов соединен с группой подвижных пластин, а другой — с группой неподвижных пластин. Иногда для соединения с группой неподвижных пластин имеется несколько контактов.

Когда ось конденсатора повернута так, что подвижные пластинки полностью входят между неподвижными (фиг. 6-3,а), конденсатор имеет наибольшую емкость; когда ось конденсатора повернута на пол оборота от этого положения (фиг. 6-3,б), конденсатор имеет наименьшую емкость. При промежуточных положениях подвижных пластин емкость конденсатора имеет промежуточные значения, которые тем больше, чем большая часть подвижных пластин введена между неподвижными пластинами.

¹ В некоторых конструкциях конденсаторов переменной емкости между подвижными и неподвижными пластинками располагаются тонкие пластинки из твердого изоляционного материала.

Настройка колебательного контура производится вращением ручки конденсатора. Когда подвижные пластины полностью выведены из промежутка между неподвижными пластинами, контур настраивается на самую высокую частоту (самую короткую волну) из тех, которые можно получить при данном конденсаторе и катушке контура. По мере введения подвижных пластин в промежуток между неподвижными пластинами настройка контура плавно изменяется, и контур настраивается на все меньшие и меньшие частоты (длина волны увеличивается) и при полностью введенных пластинах контур настроится в резонанс на самую малую частоту (самую длинную волну), которую можно получить при данной катушке с этим конденсатором.

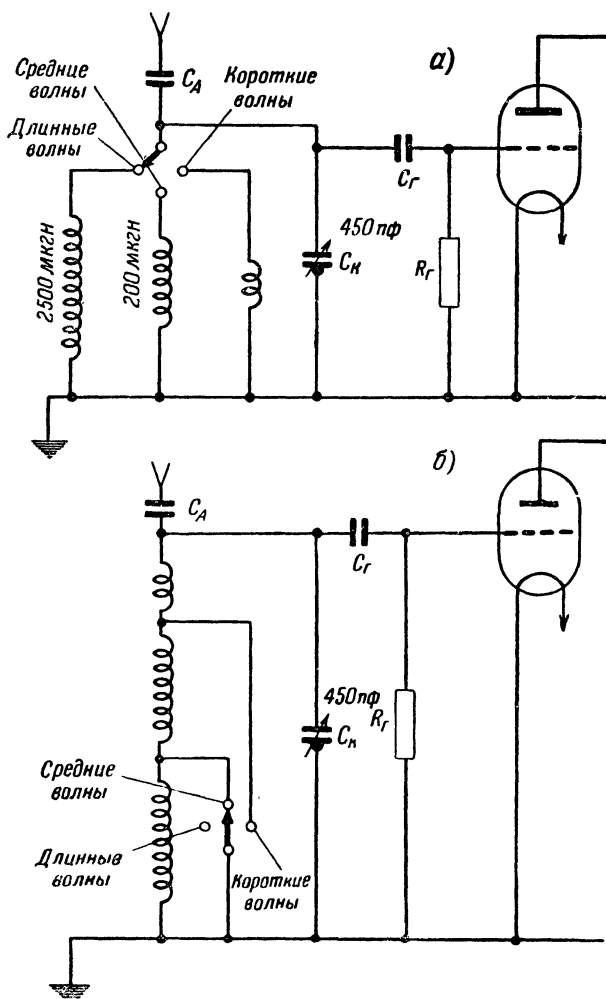
Конденсаторы переменной емкости классифицируются по их максимальной емкости. Так, например, конденсатор переменной емкости 500 пф означает, что когда его подвижные пластины полностью введены между неподвижных пластин, его емкость равна 500 пф. Емкость конденсатора при полностью выведенных подвижных пластинах называется минимальной или начальной емкостью конденсатора. Конденсаторы переменной емкости, применяемые в радиовещательных приемниках, в большинстве случаев обладают максимальной емкостью в 450—500 и минимальной емкостью — в 10—30 пф.

Шкалы настройки. Конденсаторы переменной емкости, как правило, снабжаются шкалами с подвижными указателями. При вращении ручки указатель передвигается по шкале и дает возможность судить о том, насколько подвижные пластины вошли между неподвижными пластинами. Некоторые шкалы настройки разделены на градусы, т. е. их указатели показывают углы, на которые повернута ось конденсатора. Иногда на шкалах настройки наносятся градуировки непосредственно в длинах волн (или частотах) или непосредственно наименования станций. Такие шкалы удобны тем, что с их помощью легко произвести настройку приемника на желательную станцию.

Ручки, которыми приводятся во вращение подвижные пластины конденсаторов, называются ручками настройки.

Верньеры. Некоторые конденсаторы снабжаются так называемыми верньерными механизмами или, сокращенно, верньерами. Верньер представляет механизм, замедляющий вращение оси конденсатора: при одном полном обороте его ручки ось, на которой укреплены подвижные пластины, поворачивается всего на несколько градусов. Поэтому, чтобы изменить емкость конденсатора от минимальной до максимальной величины или наоборот, необходимо сделать несколько полных оборотов ручки. Верньер облегчает получение точной настройки приемника на нужную станцию.

Переключатель диапазонов. С помощью наиболее распространенных конденсаторов переменной емкости с максимальной емкостью в 450—500 пф можно изменять собственную длину волны (частоту) замкнутого колебательного контура приблизительно в три раза. Например, в колебательном контуре с катушкой индуктивности в 2500 мкгн и конденсаторе с максимальной емкостью в 450 пф наиболее длинная волна, на которую возможно настроить этот контур, равна приблизительно 2000 м, а наиболее короткая — около 700 м. Следовательно, при наличии конденсатора в 450 пф можно настроить такой контур или приемник на любую передающую станцию, работающую в длинноволновом радиовещательном диапазоне (см. стр. 41). Для приема средневолновых радиостанций необходимо, очевидно, вместо катушки с индуктивностью в 2500 мкгн включить катушку меньшей индуктивности. Так, например, при катушке с ин-

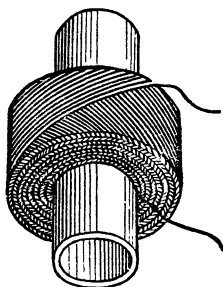


Фиг. 6-4. Схемы с переключателями диапазонов.

дуктивностью 200 мкГн тем же конденсатором в 450 пф можно настраивать колебательный контур на волны приблизительно от 200 до 560 м. Соответственно для настройки контура на коротковолновые станции нужна катушка еще меньшей индуктивности. В зависимости от того, при приеме каких волн используются те или другие катушки, они соответственно называются сокращенно длинноволновыми, средневолновыми и коротковолновыми катушками.

Включение и выключение катушек в колебательные контуры приемников производится специальными переключателями, носящими название переключателей диапазонов (фиг. 6-4).

В некоторых приемниках все катушки одного колебательного контура соединяются между собой последовательно. При этом общая индуктивность всех катушек выбирается такой, чтобы она при максимальной емкости конденсатора обеспечивала настройку контура на самую длинную волну. Для перехода на прием средневолновых станций одна из катушек переключателем диапазонов выключается из контура (или замыкается накоротко) (фиг. 6-4,б). При этом положении переключателя индуктивность оставшихся включенными параллельно конденсатору катушек должна обеспечивать настройку контура на самую длинную волну средневолнового диапазона. Аналогичным образом осуществляется переключение и на прием коротковолновых станций.



Фиг. 6-5. Катушка типа «Универсаль» для лампового радиоприемника.

Необходимо отметить, что «перекрытие» с помощью двух катушек всего длинноволнового или средневолнового осуществимо только в случаях применения либо индуктивной связи настраиваемого колебательного контура с антенным контуром, либо при связи его с антенной через малую емкость. При непосредственном соединении антенны с колебательным контуром (фиг. 6-1) емкость антенны прибавляется к емкости конденсатора, в результате этого общая минимальная емкость контура увеличивается относительно больше, чем увеличивалась максимальная емкость контура. Это приводит к тому, что при конденсаторе переменной емкости в 450—500 nF можно менять длину волны не в три, а в меньшее число раз, что для осуществления настройки на все длинноволновые и средневолновые станции потребует большего числа катушек и соответственно более сложного переключателя диапазонов.

Прием коротких волн при непосредственном соединении антенны обычных размеров с колебательным контуром вообще невозможен, так как емкость и индуктивность антенны получаются настолько большими, что контур не может быть настроен на такие волны.

Контурные катушки ламповых приемников. Коротковолновые и средневолновые катушки ламповых приемников почти всегда наматываются в один слой из изолированного провода на цилиндрическом каркасе из изоляционного материала, подобному тому, как это сделано в детекторном приемнике «Комсомолец» (фиг. 3-3). Длинноволновые катушки, как правило, делаются многослойными, и намотка их витков ведется зигзагообразно. Такие катушки (фиг. 6-5) получили название катушек типа «Универсаль». Иногда длинноволновая катушка составляется из нескольких катушек «Универсаль», располагаемых на общем каркасе. При применении в приемнике индуктивной связи с антенной, катушки антенной связи и катушки колебательного контура, относящиеся к одному и тому же диапазону, размещаются рядом на общем каркасе; иногда катушка антенной связи наматывается на каркас меньшего размера, чем контурная катушка, и вставляется внутрь последней. Часто катушки, относящиеся к различным диапазонам, также размещаются на общем каркасе.

6-4. Регенеративный приемник

Обратная связь. Регенеративный приемник отличается от приемника с сеточным детектором тем, что в его анодную цепь включена катушка индуктивности L_0 — так называемая катушка обратной связи, располагаемая рядом с катушкой колебательного контура (фиг. 6-6,а).

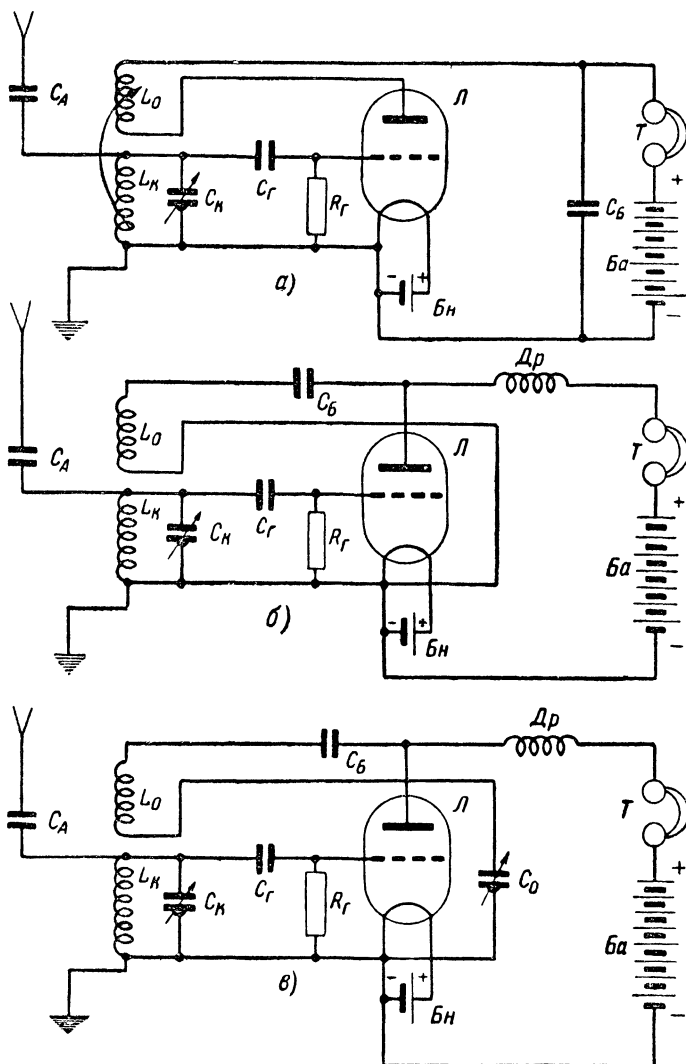
Работает схема следующим образом. При приеме радиостанции в анодной цепи лампы будет иметь место, как мы уже знаем, переменная составляющая тока в. ч. Анодный ток лампы, а следовательно, и эта высокочастотная переменная составляющая, проходя через катушку L_0 , включенную в анодную цепь лампы, будет индуцировать э. д. с. в связанной с ней катушке L_k . Так как частота переменной составляющей анодного тока равна частоте тока в контуре $L_k C_k$, то, очевидно, что э. д. с., индуцируемая в катушке L_k катушкой L_0 , и, следовательно, вызываемый ею в этой катушке ток, будет той же частоты, что и частота тока, имеющего место в катушке L_k и вызванного приходящей радиоволной.

Если направление э. д. с. индуцируемой катушкой обратной связи L_0 в катушке L_k будет в любой момент совпадать с направлением э. д. с., возбужденной в катушке L_k приходящей радиоволной¹, то общая э. д. с. в колебательном контуре возрастет, возрастет напряжение в цепи сетки, увеличатся пульсации анодного тока и в результате возрастет громкость приема в телефоне. Громкость приема можно регулировать, увеличивая или уменьшая индуцируемую э. д. с. катушкой L_0 в катушке L_k сближением или удалением друг от друга этих катушек, т. е. регулируя обратную связь (на что указывает кругообразная стрелка, перечеркивающая катушки L_0 и L_k на схеме фиг. 6-6,а). Это регулирование можно осуществлять и другим способом — поворачивая одну катушку относительно другой. Если катушку обратной связи перевернуть так, что э. д. с., индуцируемая в катушке L_k катушкой обратной связи L_0 , будет всегда противоположна по направлению э. д. с., индуцируемой катушкой L_A (э. д. с. в противофазе), то мы получим отрицательную обратную связь, ослабляющую ток в контуре.

Варианты схемы регенератора. Так как для действия обратной связи существенной является только высокочастотная составляющая анодного тока, проходящего через катушку, эту катушку можно включить последовательно с блокировочным конденсатором C_b (фиг. 6-6,б). В этом случае обычно последовательно с телефоном включается катушка индуктивности D_r (дроссель в. ч.) для уменьшения ответвления высокочастотной составляющей анодного тока лампы в телефон. Чтобы дроссель в. ч. успешно выполнял эту задачу, он должен иметь большую индуктивность, чем индуктивность катушки обратной связи. Однако для низкочастотной составляющей анодного тока его сопротивление не должно быть большим.

Очень удобно регулировать обратную связь конденсатором переменной емкости C_o , включенным, как показано на схеме фиг. 6-6,в, последовательно с катушкой обратной связи L_0 . При этом катушка L_0 может быть закреплена неподвижно относительно катушки L_k . Изменяя

¹ При этом говорят, что обе индуцированные э. д. с. совпадают по фазе.



Фиг. 6-6. Схемы регенеративных приемников.

емкость конденсатора C_0 , мы изменяем его сопротивление для тока в. ч., а следовательно, и ток в цепи из конденсаторов C_6 , C_0 и катушки обратной связи L_0 , а этим самым изменяем и э. д. с. в катушке L_K , индуцируемую катушкой L_0 .

Конденсатор C_0 носит название конденсатора обратной связи.

В схемах фиг. 6-6 может быть применена индуктивная связь колебательного контура с антенной. В этом случае между антенной и заземлением включается катушка L_A , располагаемая вблизи катушки L_K .

Самовозбуждение. В колебательном контуре регенеративного приемника, кроме колебаний, возбужденных за счет энергии улавливаемых антенной радиоволн, могут существовать собственные колебания или, как говорят, регенеративный приемник способен самовозбуждаться, генерировать собственные колебания. Явление самовозбуждения может быть объяснено следующим образом. В момент включения приемника в его анодной цепи возникает и затем нарастает ток. Проходя через катушку обратной связи, он индуктирует в колебательном контуре э. д. с. Вызванный этой э. д. с. ток заряжает конденсатор колебательного контура и в контуре возникают собственные колебания в. ч. Эти колебания действуют на управляющую сетку лампы, вследствие чего анодный ток лампы пульсирует с той же частотой. Энергия переменной составляющей пульсирующего анодного тока непрерывно передается из анодной цепи лампы в колебательный контур. Если поступающая в контур энергия будет достаточна, чтобы скомпенсировать потери энергии в контуре, то колебания в контуре будут незатухающими. Для выполнения этого условия необходимо, чтобы катушка обратной связи L_0 была расположена достаточно близко к контурной катушке L_K ; в случае же схемы фиг. 6-6, в, кроме того, необходимо подобрать надлежащую емкость конденсатора C_0 .

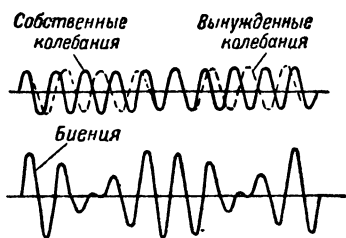
Срыв генерации. Отодвигая катушку L_0 от катушки L_K или уменьшая введенную емкость конденсатора обратной связи, мы уменьшаем поступающую в колебательный контур энергию. При некотором положении катушки обратной связи (соответственно при некоторой емкости конденсатора C_0 в схеме фиг. 6-6, в) добавляемая в колебательный контур энергия станет меньше теряемой в нем энергии, собственные колебания в нем затухнут (прекратятся) или, как говорят, колебания сорвутся.

Срыв колебаний в контуре, очевидно, приведет к исчезновению отрицательного смещения на сетке, создаваемого емкостью C_2 и сопротивлением R_2 , и к мгновенному увеличению анодного тока, которое отметится в телефоне щелчком.

Вести прием радиовещательных станций на приемник, генерирующий собственные колебания, не следует, так как при этом наблюдаются значительные искажения передачи. Слушать передачи нужно всегда на негенерирующий приемник, но при положении катушки или конденсатора обратной связи, возможно близком к положению, при котором возникает генерация. Такой способ приема носит название приема на грани генерации или на срыве генерации. При этом вследствие компенсации потерь в контуре доставляемой ему обратной связью энергии чувствительность и избирательность регенератора сильно возрастают, значительно возрастает громкость приема и становится возможен прием дальних радиовещательных станций.

Биения. Если генерирующий приемник неточно настроен на радиовещательную станцию, то в его колебательном контуре одновременно существуют токи двух высоких частот: 1) собственной генерируемой частоты и 2) частоты, на которой работает принимаемая радиостанция. При этом имеет место периодическое увеличение и уменьшение амплитуд колебаний в колебательном контуре, носящее наименование биений (фиг. 6-7).

Частота этих биений равна разности между частотами генерируемых и приходящих колебаний. Так, например, если колебательный контур генерирующего приемника вместо того, чтобы быть точно настроенным на частоту московской станции 173 000 гц, настроен на частоту 171 000 гц, то в нем будут существовать колебания с обеими этими частотами: 173 000 гц и 171 000 гц. Вследствие их взаимодействия амплитуды колебаний в контуре будут непрерывно изменяться: $173\,000 - 171\,000 = 2\,000$ раз в секунду, т. е. в колебательном контуре будут существовать биения с частотой 2 000 гц. В результате детектирования этих колебаний в телефоне, кроме передачи радиовещательной станции, будет услышан еще тон (свист) с частотой 2 000 гц. При изменении настройки контура изменяется частота биений и высота тона в телефоне; чем больше отличается генерируемая частота от принимаемой частоты, тем выше тон биений. Когда разность между этими частотами достигнет примерно 15 000 гц, тон биений выйдет за пределы частот, слышимых ухом. Наоборот, приближая частоту собственных колебаний контура к частоте станции, мы будем понижать тон биений. При точной настройке контура на станцию, когда генерируемая частота станет равной частоте принимаемой станции, частота биений будет равна нулю, т. е. биений не будет. Однако при генерирующем приемнике передача будет слышна слабее, чем на срыве генерации, и к тому же будет сопровождаться искажениями.



Фиг. 6-7. Биения.

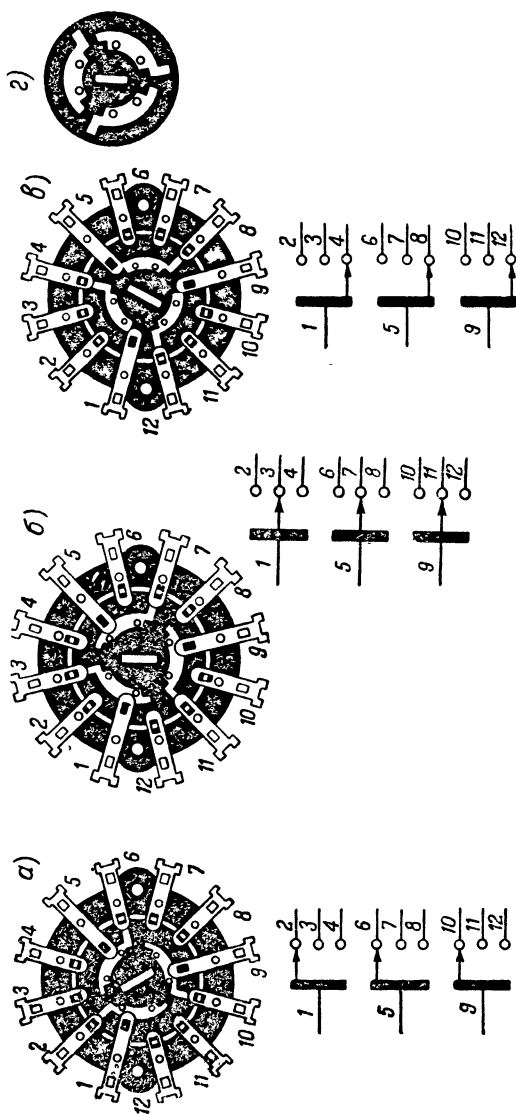
Помехи от регенератора. Необходимо отметить, что регенератор, доведенный до самовозбуждения, передает часть энергии генерируемых колебаний в антенну. В результате антенна, принимая передачу радиовещательной станции, в то же время сама излучает радиоволны, которые могут быть приняты соседними приемниками и создать в них помехи в виде свиста в телефоне или громкоговорителе.

6-5. Усиление высокой частоты

Одна из схем усилителя в. ч. приведена на фиг. 6-8. Здесь колебательный контур $L_2C_1C_2$, связанный индуктивно с антенным контуром, включен в цепь управляющей сетки пентода Π_1^* , в анодную цепь которого включена катушка L_3 , индуктивно связанная с катушкой L_4 , образующей совместно с конденсаторами C_3 и C_4 второй колебательный контур, также настраиваемый на принимаемую станцию. Вследствие усилительного действия лампы Π_1 на катушке L_3 получается переменное напряжение в. ч. с большей амплитудой, чем на катушке L_2 , следовательно, и большее напряжение индуктируется в катушке L_4 . В результате на сетку детекторной лампы Π_2 поступают напряжения в. ч. с большей амплитудой, чем при соединении ее с колебательным контуром, непосредственно связанным с антенной.

В приведенной схеме применено для пентода автоматическое отрицательное смещение с помощью сопротивления R_1 . Положительное напряже-

* Этот колебательный контур вместе с антенным контуром называют входной частью приемника.

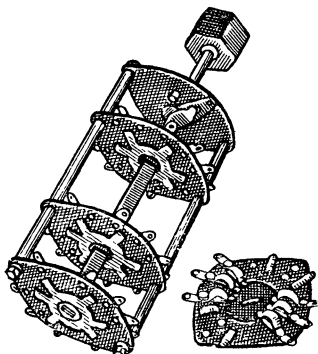


Фиг. 6-9. Плата переключателя диапазонов и ее изображение на схемах.

сание детекторного приемника «Комсомолец»). Вдвигая или выдвигая сердечники из катушек, можно в некоторых пределах изменять их индуктивность и, таким образом, подогнать настройку одного контура под настройку другого. В некоторых приемниках применяется подгонка данных контуров одновременно и подстроечными конденсаторами и подвижными магнитными сердечниками.

Подстроечные конденсаторы регулируются, и магнитные сердечники устанавливаются в нужное положение на заводе во время производства приемников и при исправной работе последних никакой регулировки не требуют.

Переключатели диапазонов. Для настройки на станции, работающие на различных радиовещательных диапазонах (длинноволновом, средневолновом, коротковолновом), в каждом колебательном контуре приемников с усилением в ч. необходимо иметь соответствующее количество катушек. При применении индуктивных связей (фиг. 6-8), кроме того, нужно иметь для каждого диапазона отдельную катушку, включаемую в анодную цепь лампы, усиливающей в ч. и отдельную катушку, включаемую между антенной и заземлением. В связи с этим необходимо иметь довольно сложный переключатель для одновременного переключения всех этих катушек. Такие переключатели состоят из отдельных пластинок — плат — из тонкого изоляционного материала (фиг. 6-9, а, б и в), на которых укреплены пружинящие контакты из тонкой листовой фосфористой бронзы (или латуни), обозначенные на фиг. 6-9, а б, и в числами от 1 до 12. В середине платы имеется круглый вырез, в котором может вращаться круглая плоская изоляционная пластинка с приклепанными к ней металлическими пластинками-замыкателями (фиг. 6-9, г). Через среднее прямоугольное отверстие в этой пластинке проходит плоская ось переключателя, переходящая на конце в цилиндрическую. На ось переключателя диапазонов насаживается ручка, с помощью которой можно вращать пластинки с замыкателями в имеющихся в платах круглых вырезках (фиг. 6-10). При одном положении ручки переключателя диапазонов замыкаются между собой контакты: 1 и 2, 5 и 6, 9 и 10 (фиг. 6-9, а); при другом положении замыкаются между собой контакты: 1 и 3, 5 и 7, 9 и 11 (фиг. 6-9, б); при третьем положении ручки переключателя замыкаются контакты: 1 и 4, 5 и 8, 9 и 12 (фиг. 6-9, в). Для осуществления всех необходимых переключений, например, в схеме фиг. 6-8, необходим переключатель, состоящий из двух таких плат. Контакты 1, 2, 3 и 4 одной из плат могут быть использованы хотя бы для переключения катушек антенной связи, а контакты 5, 6, 7 и 8 той же платы — для переключения катушек первого контура. Контакты 1, 2, 3 и 4 другой платы тогда можно использовать для переключения анодных катушек лампы усилителя в ч., а контакты 5, 6, 7 и 8 — для переключения катушек второго контура приемника. Если в приемнике имеется обратная связь, то контакты 9, 10, 11 и 12 второй платы могут быть использованы для переключения катушек обратной связи.



Фиг. 6-10. Общий вид переключателя диапазонов.

Под каждым рисунком платы на фиг. 6-9 показано ее схематическое изображение для данного положения переключателя диапазонов.

Экраны. В разделе о регенеративных приемниках указывалось, что если магнитное поле катушки, включенной в анодную цепь лампы, будет действовать на катушку, включенную в цепь ее сетки, то может возникнуть самовозбуждение колебаний. Аналогично под действием магнитного поля анодной катушки лампы усилителя в. ч. (или связанной с ней катушки второго контура) на катушку первого контура, включенную в цепь сетки пентода, усилитель в. ч. может начать генерировать нежелательные паразитные собственные колебания и перестанет выполнять свое основное назначение. Чтобы избежать этого нежелательного явления, катушки индуктивности, принадлежащие одному контуру, заключаются в индивидуальные экраны — металлические коробки цилиндрической или прямоугольной формы. При этом магнитные и электрические поля катушек не выходят за пределы их экранов и потому не могут действовать на катушки других контуров и тем самым исключается возможность самовозбуждения.

Почему в усилителях в. ч. всегда применяются пентоды. Колебания в. ч. могут проходить из анодной цепи лампы усилителя в колебательный контур, включенный в цепь ее управляющей сетки, также через емкость между анодом и управляющей сеткой. Если эта емкость имеет величину даже только в несколько пикофард, то через нее из анодной цепи может перейти в контур цепи сетки количество энергии, достаточное для компенсации в нем потерь, и тогда возникнет самовозбуждение. Именно по этой причине в усилителе в. ч. никогда не применяются трехэлектродные лампы, обладающие относительно большой емкостью между анодом и управляющей сеткой, а применяются исключительно пентоды (или тетроды), у которых емкость между анодом и управляющей сеткой составляет тысячные доли пикофарда. Через такую емкость из анодной цепи в цепь сетки обычно проходит настолько незначительное количество энергии, что опасность самовозбуждения исключается.

Избирательность приемников с усилением в. ч. Применение в приемниках усилителей в. ч., кроме того, значительно улучшает их избирательность за счет наличия нескольких контуров. Предположим, что радиоволны, пришедшие от двух радиовещательных станций, возбуждают в антенне токи одинаковой величины. Пусть на первом контуре, включенном в цепь сетки лампы усилителя в. ч., при настройке его на частоту принимаемой станции амплитуда напряжения частоты принимаемой станции только в 5 раз больше, чем амплитуда напряжения частоты мешающей станции. Напряжения обеих частот, действуя на сетку усилительной лампы, вызовут в ее анодной цепи переменные составляющие тока обеих частот, которые создадут во втором контуре, связанном с ней, некоторые величины переменных напряжений и той и другой частоты. Предположим; что второй контур обладает такой же избирательностью, как и первый. Тогда во втором контуре напряжения с частотой мешающей станции уменьшается по сравнению с напряжением принимаемой станции еще в 5 раз, т. е. на втором контуре амплитуда напряжения от мешающей радиостанции будет уже в 25 раз меньше, чем амплитуда напряжения принимаемой станции. Следовательно, общая кривая резонанса двух колебательных контуров, настроенных на одну и ту же частоту, получится более острой, чем кривая резонанса каждого из этих контуров в отдельности.

6-6. Супергетеродины

Чем больше в приемнике колебательных контуров, настраиваемых в резонанс на частоту принимаемых колебаний, тем больше его избирательность. Однако сопряжение в приемнике прямого усиления большого количества настраиваемых контуров в пределах всех диапазонов представляет большие затруднения. Кроме того, усилители в. ч. дают недостаточно равномерное усиление на различных волнах радиовещательного диапазона. В супергетеродинном приемнике основное усилие колебаний производится всегда на неизменной промежуточной частоте, благодаря чему сокращается число настраиваемых при приеме контуров и достигается более равномерное усиление по диапазонам.

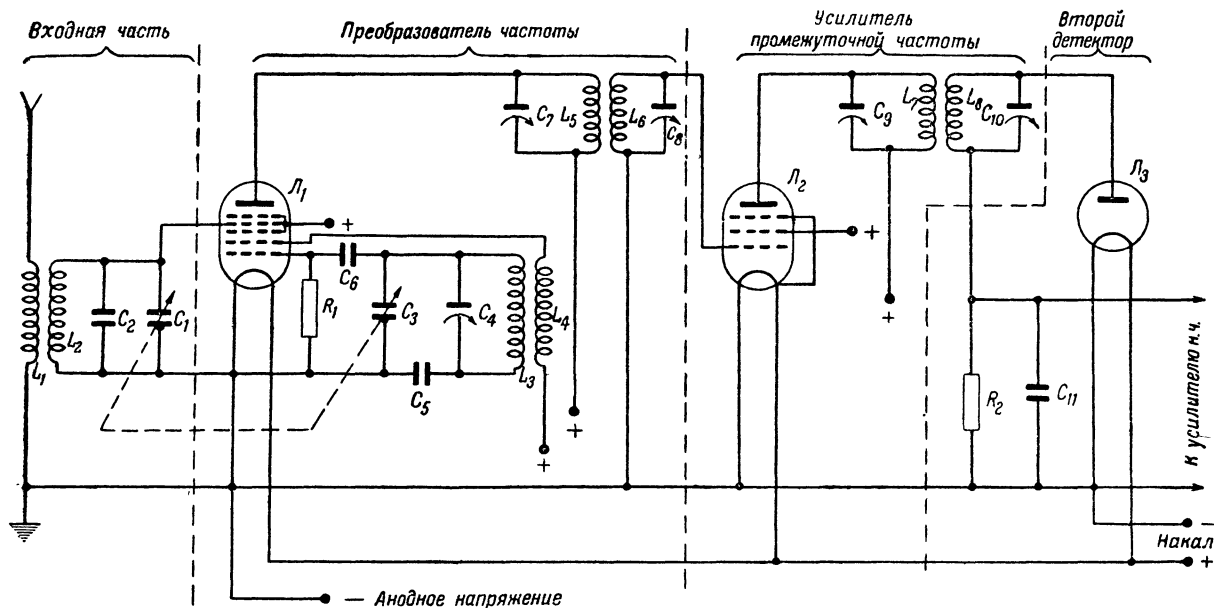
Преобразователь частоты. Преобразователь супергетеродина состоит из следующих частей: 1) гетеродина — устройства с настраиваемым колебательным контуром, в котором генерируются вспомогательные колебания в. ч., отличающиеся по своей частоте на определенную величину от принимаемых колебаний в. ч.; 2) смесителя — устройства, осуществляющего смешивание колебаний принимаемой частоты с колебаниями гетеродина, в результате чего получаются колебания новой частоты — промежуточной; 3) колебательного контура, настраиваемого на принимаемые колебания в. ч.; 4) колебательных контуров, настроенных на промежуточную частоту.

В большинстве современных супергетеродинных приемников преобразование частоты осуществляется с помощью гептода, выполняющего одновременно функции и гетеродина и смесителя.

Преобразователь с гептодом. В цепь первой (ближайшей к катоду) сетки гептода типа 6А8 или СБ-242 включаются: колебательный контур, настраиваемый конденсатором C_3 на вспомогательную частоту, конденсатор C_6 и сопротивления утечки R_1 (фиг. 6-11,а). На вторую сетку гептода подается постоянное положительное напряжение через катушку L_4 , расположенную рядом с катушкой L_3 . Сравнивая схему фиг. 6-11,а со схемой фиг. 6-6,а, нетрудно установить, что схема фиг. 6-11,а аналогична схеме регенератора с той лишь разницей, что здесь вместо анода используется вторая сетка гептода и отсутствует связь с антенным контуром. Катушка L_4 , носящая здесь также название катушки обратной связи, располагается настолько близко к контурной катушке L_3 , чтобы в колебательном контуре возникли устойчивые незатухающие колебания вспомогательной частоты. Описанная часть схемы и называется гетеродином. Так как вторая сетка гептода играет роль анода, ее иногда называют анодом гетеродина.

Электроны, испускаемые катодом, пролетают сквозь первую и вторую сетки гептода к его аноду, поэтому изменения напряжений на этих сетках со вспомогательной частотой приводят к изменению с той же частотой и потока электронов, летящих от катода к основному аноду.

Четвертая сетка гептода соединяется с колебательным контуром, настраиваемым конденсатором C_1 на частоту принимаемой станции. Этот контур получает высокочастотные колебания либо непосредственно из антенного контура, или, если в приемнике имеется каскад усиления в. ч., из анодной цепи этого каскада. Следовательно, поток электронов, пролетающих сквозь четвертую сетку к аноду, будет изменяться также и под действием колебаний принимаемой высокой частоты. В результате совместного действия на анодный ток (поток электронов) и принимаемых колебаний и вырабатываемых гетеродином высокочастотных колебаний в цепи анода гептода получаются колебания с частотой, равной разности ука-



Фиг. 6-11а. Упрощенная схема супергетеродинного приемника.

занных двух колебаний, каковая и является промежуточной частотой. Это явление подобно явлению биений, только промежуточная частота является не низкой, а высокой частотой. В большинстве приемников применяется промежуточная частота 450—470 кГц, а в некоторых приемниках — 110—120 кГц.

На экранирующие сетки (третью и пятую), соединенные между собой внутри лампы, подается положительное напряжение.

Конденсаторы C_1 и C_3 переменной емкости, которыми производится настройка колебательных контуров принимаемой и вспомогательной частот, составляют конденсаторный блок. Эти контуры должны быть сопряжены таким образом, чтобы при любом положении подвижных пластин конденсаторов C_1 и C_3 генерируемые гетеродином колебания имели частоту, отличающуюся от частоты принимаемой станции на промежуточную частоту. Сопряжение осуществляется включенными в колебательные контуры¹ подстроечными конденсаторами C_2 , C_3 и C_5 . В некоторых супергетеродинах сопряжение контуров производится с помощью подвижных магнитных сердечников контурных катушек.

В анодную цепь геттода включается колебательный контур из катушки L_5 и конденсатора C_7 ; на общем каркасе с катушкой L_5 , рядом с ней, располагается вторая катушка L_6 , образующая с конденсатором C_8 второй колебательный контур. Оба эти контура настроены на промежуточную частоту. Расположенные на общем каркасе катушки L_5 и L_6 составляют трансформатор промежуточной частоты, который вместе с конденсаторами C_7 и C_8 образует полосовой фильтр.

Усилитель промежуточной частоты. Контур L_6C_8 соединен с управляющей сеткой пентода L_2 , усиливающего получающиеся в этом контуре колебания п. ч. В анодную цепь пентода L_2 включена катушка L_7 , образующая совместно с конденсатором C_9 колебательный контур. Рядом с катушкой L_7 на общем с ней каркасе располагается катушка L_8 , которая совместно с конденсатором C_{10} составляет еще один колебательный контур. В последних двух колебательных контурах, также настроенных на промежуточную частоту, получают усиленные лампой L_2 колебания этой частоты. Катушки L_7 и L_8 называются вторым трансформатором промежуточной частоты, который вместе с конденсаторами C_9 и C_{10} составляет второй полосовой фильтр. Лампа L_2 вместе со вторым полосовым фильтром составляет каскад усиления промежуточной частоты.

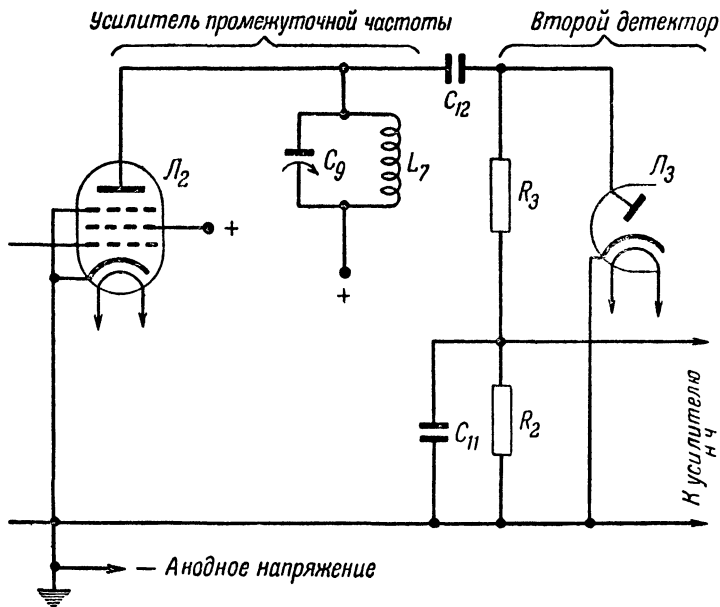
Второй детектор. Усиленные колебания п. ч. в колебательном контуре L_8C_{10} детектируются диодом L_3 . В результате детектирования на сопротивлении R_2 , параллельно которому включен блокировочный конденсатор C_{11} , получается пульсирующее напряжение с низкочастотной составляющей, которая поступает для дальнейшего усиления на каскады усиления н. ч. (эти каскады на схеме фиг. 6,а не показаны)². В тех случаях, когда для упрощения схемы приемника вместо второго полосового фильтра п. ч. применяется одиночный контур, используют параллельную

¹ Если супергетеродин имеет каскад усиления в. ч., в нем применяется блок, состоящий из трех конденсаторов; два из них служат для настройки на принимаемую частоту контура, связанного с антенной, и контура, соединенного с четвертой сеткой геттода, а третий конденсатор служит для настройки контура гетеродина. В некоторых сложных приемниках применяются блоки из четырех конденсаторов.

² В некоторых супергетеродинах с целью получения большого усиления колебания со второго полосового фильтра поступают на управляющую сетку лампы еще одного (второго) каскада усиления п. ч., содержащего третий полосовой фильтр. В этом случае диодный детектор соединяется со вторым контуром последнего полосового фильтра. Иногда в таких приемниках один или оба из полосовых фильтров заменяются одиночными колебательными контурами.

схему включения диода (фиг. 6-11,б). Здесь последний контур L_7C_9 усилителя промежуточной частоты соединен через конденсатор C_{12} с анодом диода ЛЗ; параллельно диоду включены два сопротивления (R_3 и R_2).

Действие диода в схеме фиг. 6-11,б аналогично действию промежутка сетка—катод трехэлектродной лампы в рассмотренном выше сеточном детекторе (фиг. 6-1), причем сопротивления R_2 и R_3 в схеме фиг. 6-11,б соответствуют сопротивлению R_2 на фиг. 6-1. Под действием переменного напряжения п. ч. на контуре L_7C_9 через конденсатор C_{12}

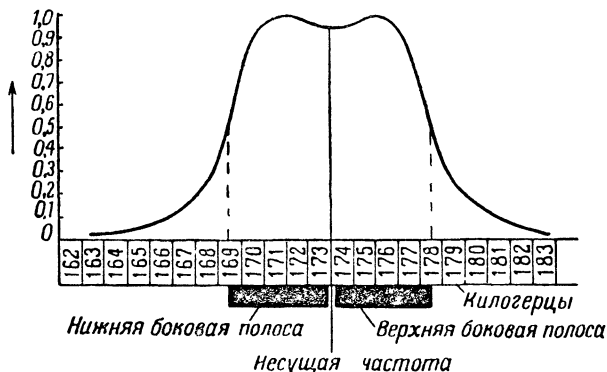


Фиг. 6-11б. Вариант схемы диодного детектора.

проходит ток. Во время полупериода, когда анод диода получает положительный потенциал, часть этого тока проходит через диод, а часть — через сопротивления R_3 и R_2 . В полупериод, когда на аноде диода получается напряжение с отрицательным знаком, ток через диод не проходит, а полностью направляется в сопротивления R_3 и R_2 . Вследствие этого падение напряжения на сопротивлении R_2 во время одного полупериода будет меньше, чем во время другого, и соответственно во время полупериодов одного знака блокировочный конденсатор C_{11} будет получать меньшие заряды, чем во время полупериодов другого знака. Это и приводит к получению на конденсаторе C_{11} и сопротивлении R_2 детектированного напряжения постоянного знака, но меняющегося по величине во времени с низкой частотой модуляции. Это низкочастотное напряжение поступает дальше на усилитель н. ч.

О полосовых фильтрах. Полосовые фильтры обладают рядом преимуществ перед одиночными колебательными контурами. При определенной

связи между катушками, входящими в каждый трансформатор п. ч., общая резонансная кривая полосовых фильтров принимает вид, показанный на фиг. 6-12, что обеспечивает более равномерное пропускание приемником боковых частот, участвующих в передаче. Известно, что резонансная кривая двух контуров, настроенных на одну и ту же частоту, всегда «острее» кривой резонанса любого из этих контуров в отдельности. В то же время необходимо, чтобы высокочастотная часть приемника пропускала боковые частоты, по возможности, так же хорошо, как и несущую частоту. Но колебательные контуры приемника с очень острой кривой резонанса существенно ослабляют боковые частоты, и после детектирования получаются искаженные низкочастотные колебания, т. е. приемник с ост-



Фиг. 6-12. Кривая резонанса приемников с полосовыми фильтрами.

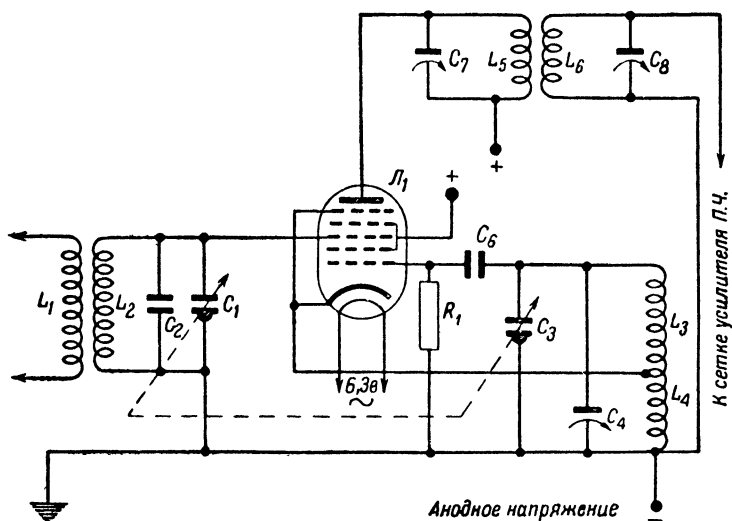
рой кривой резонанса не обеспечивает качественного воспроизведения передачи.

Если же резонансная кривая имеет вид, показанный на фиг. 6-12, то приемник с такой кривой резонанса будет почти одинаково пропускать как несущую, так и боковые частоты, и создаваемые приемником искажения значительно уменьшатся. Следовательно, полосовые фильтры одновременно обеспечивают и высокую избирательность приемника и хорошее качество воспроизведения передачи.

Преобразователь с гептодом типа 6SA7 или 6A10. Наиболее распространенная схема преобразователя с гептодом 6SA7 или 6A10 показана на фиг. 6-13. Она применяется, например, в описанных ниже радиоприемниках «Москвич» и АРЗ-49. Здесь детали, имеющие то же назначение, что и детали схемы фиг. 6-11, *а*, имеют одинаковые с ней обозначения. Включенная в цепь первой сетки гептода катушка L_3 , связана с катушкой L_4 , включенной между катодом лампы и минусом анодного напряжения (катушки L_3 и L_4 конструктивно часто представляют одну катушку, от одного из промежуточных витков которой сделан отвод, присоединяемый к катоду лампы). Следовательно, через катушку L_4 проходят анодный ток и ток экранирующей сетки гептода. Конденсатор переменной емкости C_3 и подстроечный конденсатор C_4 включаются параллельно катушкам L_3 и L_4 , т. е. в колебательный контур, настраиваемый на вспомогательную частоту, входят обе катушки. Процесс самовозбуждения гетеродина протекает в этой схеме, по существу, так же, как

и в схеме фиг. 6-11,а. Настраиваемый на приходящие колебания в. ч. контур соединяется с третьей сеткой геттода.

Схема с отдельным гетеродином. В некоторых супергетеродинных радиоприемниках (например в приемниках ПТС-47 и ПТБ-47, описанных ниже) в преобразователе частоты применяются две лампы. Одна из них выполняет только функции гетеродина, а в другой происходит смешивание колебаний вспомогательной частоты с колебаниями принимаемой частоты с целью получения промежуточной частоты. Схема преобразователя с двумя лампами, применяемая в приемнике ПТС-47, приведена



Фиг. 6-13. Схема преобразователя частоты с геттодом 6А10 (6SA7).

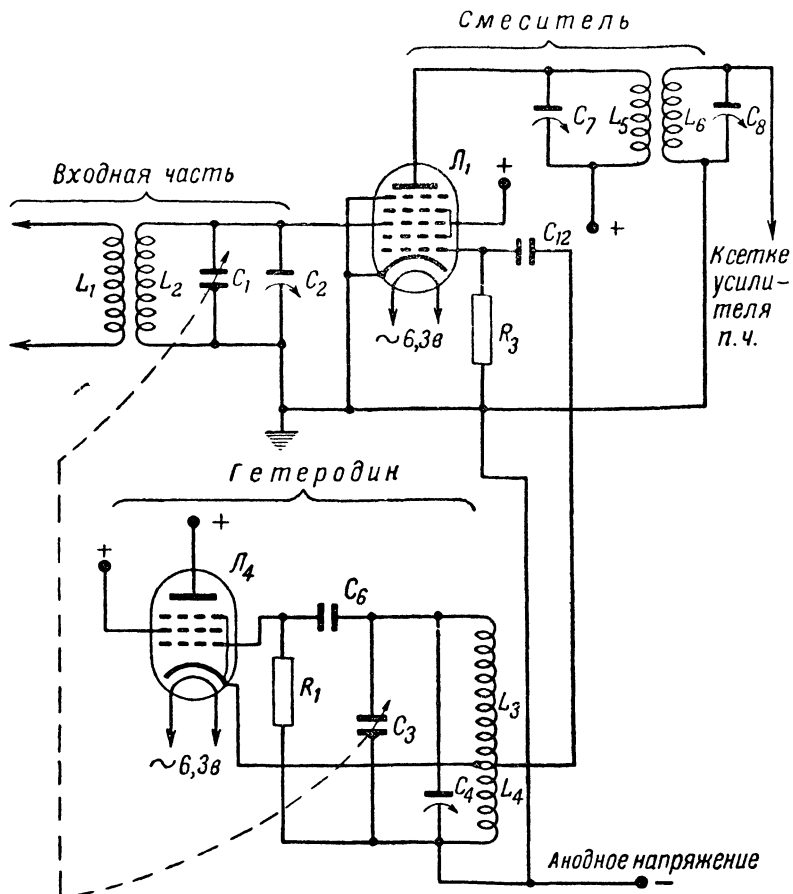
на фиг. 6-14. Здесь в гетеродине применен пентод L_4 типа 6Ф6. Контур вспомогательной частоты включен так же, как и в предыдущей схеме. В смесителе работает геттод L_1 типа 6SA7. Колебания вспомогательной частоты подаются на его первую сетку с контура гетеродина через конденсатор C_{12} , а колебания принимаемой частоты — на его третью сетку.

Автоматическое регулирование чувствительности. Супергетеродинные приемники обладают очень большой чувствительностью и поэтому позволяют принимать отдаленные радиовещательные станции. Для приема более близких радиовещательных станций такая большая чувствительность не нужна, так как более сильные колебания в антенне после их преобразования и усиления дают на входе второго детектора колебания п. ч. с чрезмерно большой амплитудой, что приводит к значительным искажениям.

Чтобы избежать этого, супергетеродин обычно содержит устройство для автоматического регулирования чувствительности (АРЧ), работа которого в общих чертах сводится к следующему.

В усилителе в. ч., преобразователе и в усилителе п. ч. применяются лампы с переменной крутизной характеристики. Напряжение п. ч. после

усиления поступает на диод, выпрямляется, и постоянная слагающая выпрямленного напряжения со знаком минус подается на управляющую сетку лампы усилителя п. ч. и на управляющую сетку геттода (если



Фиг. 6-14. Схема преобразователя частоты с отдельным гетеродином.

супергетеродин содержит каскад усиления в. ч., эта постоянная слагающая подается и на управляющую сетку его пентода). Чем большие амплитуды колебаний в. ч. поступают из антенны, тем большее напряжение п. ч. получит диод, тем больше будет постоянная составляющая выпрямленного им напряжения, тем большее отрицательное смещение получат управляющие сетки ламп перечисленных каскадов. И так как эти лампы обладают характеристиками с переменной крутизной, то даваемое ими усиление при увеличении смещения на них будет уменьшаться, следова-

тельно, уменьшится и поступающее на второй детектор напряжение п. ч. При приеме удаленных станций постоянная слагающая выпрямленного диодом напряжения уменьшится, напряжение смещения на управляющих сетках упомянутых усилительных ламп также уменьшится, а даваемое ими усиление возрастет.

В некоторых супергетеродинах устройство АРЧ выполнено таким образом, что при слабых принимаемых колебаниях управляющие сетки усилительных ламп вообще не получают смещения от диода, чем обеспечивается максимальное усиление. Такие устройства носят название автоматических регуляторов чувствительности с задержкой.

Существует большое количество вариантов схем АРЧ. Поэтому эти устройства более детально описываются при рассмотрении конкретных схем супергетеродинных приемников.

6-7. Оконечный каскад усиления низкой частоты

Для громкоговорящего приема местных радиовещательных станций достаточно добавить к регенератору только один оконечный каскад усиления н. ч. Обычно в нем применяют пентод или лучевой тетрод, так как эти лампы дают большее усиление, чем триоды, и могут при этом отдать громкоговорятелю колебания н. ч. с мощностью, необходимой для громкого его звучания. Роль предварительного каскада усиления н. ч. в данном случае выполняет лампа регенератора.

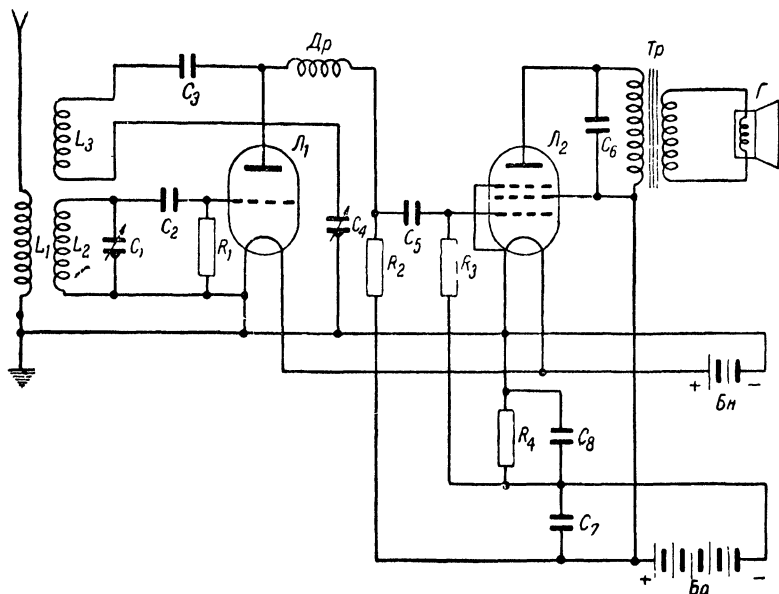
Связь детекторного каскада со входом усилителя н. ч. Простейшая схема такого приемника дана на фиг. 6-15. В левой ее части изображен регенератор по схеме фиг. 6-6, в, только в анодную цепь его лампы L_1 вместо телефона включено сопротивление R_2 в несколько десятков или сотен тысяч ом. Верхний конец сопротивления R_2 соединен через конденсатор C_5 с верхним концом сопротивления R_3 и управляющей сеткой пентода L_2 оконечного каскада усиления н. ч., а нижний конец сопротивления R_2 соединен через анодную батарею B_a с нижним концом сопротивления R_3 . Так как внутреннее сопротивление анодной батареи обычно очень невелико, то можно считать, что нижние концы сопротивлений R_2 и R_3 для токов н. ч. соединены между собой практически накоротко, и, следовательно, R_3 для низкочастотных токов включено параллельно R_2 . Поэтому переменная составляющая напряжения, создаваемого на R_2 пульсациями анодного тока, будет получаться также и на сопротивлении R_3 , а следовательно, и в цепи управляющей сетки лампы L_2 .

Выходной трансформатор. Под действием переменного напряжения в цепи управляющей сетки пентода его анодный ток пульсирует и индуцирует во вторичной обмотке трансформатора Tr переменный ток. Последний, проходя по подвижной (звуковой) катушке динамика, заставляет ее колебаться.

Так как для громкого звучания динамика необходимо пропустить через его звуковую катушку достаточно большой ток при относительно небольшом напряжении, а переменная составляющая анодного тока, проходящего через первичную обмотку трансформатора Tr , невелика, но зато переменное напряжение на первичной обмотке довольно велико, то чтобы получить во вторичной обмотке трансформатора Tr и в звуковой катушке динамика большой ток при меньшем напряжении, число витков вторичной обмотки должно быть меньше, чем число витков первичной обмотки, т. е. трансформатор Tr должен быть понижающим. Первичная обмотка трансформатора Tr имеет обычно несколько тысяч витков изолированного провода диаметром 0,1—0,2 мм, а вторичная — несколько

десятков витков изолированного провода диаметром около 0,6—1 мм. Трансформатор Tr называется выходным трансформатором, а выводы от его вторичной обмотки образуют выход усилителя.

Корректирующий конденсатор. Параллельно первичной обмотке выходного трансформатора обычно включается так называемый корректирующий конденсатор (C_6 на фиг. 6-15). Сущность осуществляемой им коррекции заключается в следующем. Сопротивление переменному току выходного трансформатора с громкоговорителем возрастает



Фиг. 6-15. Регенератор с каскадом усиления низкой частоты.

с увеличением частоты. Вследствие этого при отсутствии конденсатора C_6 с увеличением частоты напряжение на обмотках Tr возрастает и заметно увеличивается громкость воспроизведения наиболее высоких частот. Но так как сопротивление конденсатора с увеличением частоты подведенного к нему переменного напряжения уменьшается, он может выравнивать (скорректировать) воспроизведение различных частот. Если емкость C_6 составляет несколько тысяч пикофард, сопротивление конденсатора для наиболее низких частот будет настолько велико, что он не будет создавать добавочной нагрузки для лампы; нагрузочное сопротивление лампы будет определяться трансформатором с динамиком. С увеличением же частоты совместное увеличение сопротивления трансформатора с динамиком и уменьшение сопротивления конденсатора будет мало изменять в пределах усиливаемой полосы частот общее сопротивление анодной нагрузки лампы. Поэтому переменные напряжения на обмотках трансформатора при различных частотах получаются более или менее постоянными (при одинаковых амплитудах напряжений на управляющей сетке).

Требования к конденсатору C_5 . Равномерность усиления частот зависит также и от емкости конденсатора C_5 . Его сопротивление для самой низкой частоты, которая должна быть усилена, должно быть значительно меньше сопротивления R_3 в цепи управляющей сетки лампы L_2 . В этом случае падение напряжения на нем получается сравнительно небольшим, так что в цепь сетки лампы L_2 переменное напряжение с сопротивления R_2 передается почти полностью. При более высоких частотах это условие тем более будет выполняться, так как с увеличением частоты емкостное сопротивление конденсатора уменьшается. Практически сопротивление R_3 обычно равно 0,5—1 мгом, а конденсатор C_5 берется емкостью 5 000—10 000 пф. При этом вносимые конденсатором C_5 частотные искажения не ощущаются. Кроме того, к конденсатору C_5 предъявляется требование очень большого сопротивления изоляции (для постоянного тока), чтобы на управляющую сетку оконечной лампы L_2 не попадал постоянный положительный потенциал из анодной цепи лампы L_1 . При этом условии постоянное смещение на сетке лампы L_2 будет определяться только падением напряжения на сопротивлении смещения R_4 . Если же конденсатор C_5 будет обладать значительной утечкой, то попадающий через него на управляющую сетку L_2 положительный потенциал не только приведет к искажениям, но может быть причиной выхода из строя лампы L_2 вследствие возрастания ее анодного тока до величины, при которой рассеиваемая анодом мощность превысит допустимую.

Наибольшая неискаженная мощность. Одним из основных показателей всякой электронной лампы (пентода, лучевого тетрода или триода), предназначенной для работы в оконечном каскаде усиления н. ч., является наибольшая неискаженная мощность переменного тока н. ч., которую она может отдать из своей анодной цепи громкоговорителю. Принято считать, что лампа отдает неискаженную мощность, если коэффициент нелинейных искажений, создаваемых ею, не превышает 7—10%. В табл. 6-1 приведены наибольшие «неискаженные» мощности, отдаваемые некоторыми лампами в оконечных каскадах н. ч. при различных питающих напряжениях с указанием величин получающихся при этом нелинейных искажений.

Для обеспечения громкого звучания динамика в комнате средних размеров необходимо, чтобы он получал от оконечной лампы неискаженную мощность до 1 вт или больше. Как видно из табл. 6-1, большинство перечисленных в ней ламп вполне обеспечивает отдачу такой или большей мощности.

Для получения указанных неискаженных мощностей необходимо, чтобы в цепях управляющих сеток ламп оконечных каскадов действовали переменные напряжения н. ч. с амплитудами, указанными в соответствующей графе табл. 6-1.

6-8. Предварительное усиление низкой частоты

Указанные в табл. 6-1 амплитуды напряжений низкой частоты в цепях управляющих сеток ламп оконечных каскадов возможно получить от однолампового регенератора только при приеме близкорасположенных мощных радиовещательных станций или при приеме большего числа станций, если до регенеративного детектора имеется усиление в. ч. При приеме же дальних станций от детектирующих ламп (независимо от типа приемника) получаются, как правило, значительно меньшие напряжения—порядка десятых долей вольта или еще меньше. Если такие напряжения

ТАБЛИЦА 6-1

Типовые рабочие режимы электронных ламп в оконечных каскадах

Обозначение лампы	Система лампы	Тип схемы	Напряжение на- кала U_K	Ток накала I_K	Напряжение на аноде U_a	Напряжение на экранирующей сетке U_{c2}	Смещение на управляющей сетке U_{c1}	Амплитуда пере- менного напря- жения на управ- ляющей сетке U_{c1}	Анодный ток I_a	Ток экраниру- ющей сетки I_{c2}	Наивыгоднейшее сопротивление нагрузки R_a	Отдаваемая мощ- ность максимал- ная P_{\max}	Коэффициент не- линейности
			в	мА	в	в	в	в	мА	мА	тыс. ом	вт	%
СБ-244	Пентод прямого нака- ла, малогабаритный	Одноламповый кас- кад	2	185	120	120	— 2,5	2,5	4	0,74	30	0,15	7
2П1П	Пентод прямого нака- ла, пальчиковый	То же	2,4	60	90	90	— 4,5	4,5	9,5	2,1	10	0,27	7
СО-258	Пентод прямого нака- ла, малогабаритный	" "	2	320	160	120	— 6	6	10	1,7	20	0,45	7
СО-257	То же	" "	2	275	200	100	— 7	7	11	2,4	6	1,2	10
6V6	Лучевой тетрод подо- гревный	Одноламповый кас- кад	6,3	450	180	180	— 8,5	8,5	29/30	3/4	5,5	2	8
					250	250	—12,5	12,5	45/47	4,5/7	5	4,2	8
					315	225	—13	13	34 35	2,2/6	8,5	5,5	8
					250	250	—15	30	70/79	5/13	10	10	5
		Двухтактный каскад											
6Ф6	Пентод подогревный	Одноламповый кас- кад	6,3	700	250	250	—16,5	16,5	34	7	7	3	8,5
6Ф6С	металлический (6Ф6)				315	315	—22	22	43	8	7	5	7
6Ф6М	или стеклянный (6Ф6С)	Двухтактный каскад			315	285	—29	58	73	18	10	10,5	3
6Л6С	Лучевой тетрод подо- гревный, стеклянный	Одноламповый кас- кад	6,3	900	250	250	—14	14	75	5	2,5	6	10
6П3	(6П3, 6Л6С) или ме- таллический (6Л6)				300	200	—12,5	12,5	50	3	4,5	5,5	9
6Л6		Двухтактный каскад			250	250	—16	32	120/140	10/16	5	14,5	2
30П1М	Лучевой тетрод подо- гревный, стеклянный	Одноламповый кас- кад	30	300	110	110	— 7,5	7,5	48	6	2	2	10
					200	100	— 8	8	50	3	3	4	10

¹ Для двухтактных каскадов показана амплитуда напряжения между сетками (например, на концах вторичной обмотки входного трансформатора).

² В случаях, когда указаны два значения токов (через дробь), первая величина показывает ток при отсутствии переменного на-
пряжения в цепи управляющей сетки, а вторая величина — при максимальной амплитуде напряжения на сетке. Для двухтактных
каскадов даны анодные токи и токи экранирующих сеток двух ламп.

³ Для двухтактных каскадов показана мощность, отдаваемая двумя лампами.

подать в цепь управляющей сетки какой-либо из ламп, перечисленных в табл. 6-1, то в анодной цепи лампы получится мощность, значительно меньшая, чем указано в таблице, и громкоговоритель будет работать недостаточно громко.

В связи с этим возникает необходимость, прежде чем подать напряжение н. ч. от детектора в цепь управляющей сетки оконечной лампы, усилить эти напряжения до необходимой величины. Эта задача выполняется каскадом предварительного усиления.

Схема на сопротивлении. Схема усилителя н. ч. с предварительным каскадом приведена на фиг. 6-16. Здесь высокочастотная часть приемника не показана. На сопротивлении R_2 получается в результате детектирования напряжение с небольшой амплитудой переменной слагающей н. ч., которая через конденсатор C_5 передается на сопротивление R_3 так же, как в схеме фиг. 6-15. С сопротивления R_3 переменное напряжение поступает на управляющую сетку лампы \mathcal{L}_1 , работающей в каскаде предварительного усиления. Под действием этого напряжения анодный ток лампы \mathcal{L}_1 пульсирует и на сопротивлении R_5 получается усиленная переменная слагающая н. ч. С сопротивления R_5 переменная слагающая передается через конденсатор C_3 на сопротивление R_6 и в цепь управляющей сетки лампы \mathcal{L}_2 оконечного каскада так же, как и в схеме фиг. 6-15.

Отрицательное смещение на управляющие сетки обеих ламп в усилителе по фиг. 6-16 подается от общего сопротивления R_4 , включенного между минусом источника анодного напряжения и катодами ламп. На управляющую сетку лампы \mathcal{L}_2 оконечного каскада подается напряжение смещения со всего сопротивления, а на управляющую сетку лампы \mathcal{L}_1 — только с части его, так как катод лампы \mathcal{L}_1 присоединен к отводу от сопротивления R_4 .

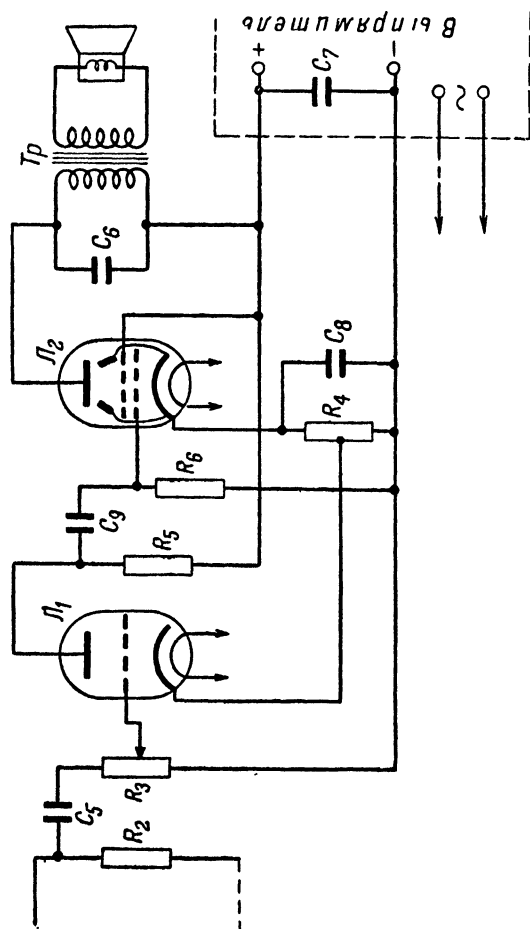
Цепи накала ламп на схеме фиг. 6-16 не показаны. Провода со стрелками, идущие от выпрямителя, присоединяются к нитям накала ламп, выводы от которых на схеме также оканчиваются стрелками (такая система обозначения соединений нитей накала с источником питания последних часто применяется на радиосхемах с целью их упрощения).

Описанная схема усиления на сопротивлениях применяется почти во всех современных приемниках.

В некоторых радиоприемниках и усилителях радиотрансляционных узлов применяется по несколько каскадов предварительного усиления. Передача напряжений с одного каскада на другой осуществляется так же, как описано выше.

Регулятор усиления. При относительно близко расположенных радиовещательных станциях от детектора на усилитель н. ч. могут поступать амплитуды «входного» напряжения, дающие в цепи сетки лампы оконечного каскада напряжения, значительно более высокие, чем это необходимо для получения максимальной неискаженной мощности. Это приведет к излишне громкому приему со значительными нелинейными искажениями.

Для получения нормальной работы громкоговорителя и в этих условиях, а также для возможности слушать по желанию передачу с пониженной громкостью усилитель должен содержать регулятор усиления или регулятор громкости. В простейшем виде регулятор усиления представляет включенный в цепь сетки первой лампы усилителя н. ч. потенциометр (R_3 на фиг. 6-16), т. е. сопротивление, вдоль которого может передвигаться движок. Напряжение н. ч. от детектора поступает на потенциометр R_3 , один конец которого соединяется с катодом лампы \mathcal{L}_1 предварительного каскада (при автоматическом смещении через сопротивление смещения R_4 , как показано на фиг. 6-16), а дви-



Фиг. 6-16. Схема двухкаскадного усилителя низкой частоты.

матора Tr_2 , к средней точке которого подводится положительный полюс анодного напряжения. Одна электронная лампа (или несколько соединенных параллельно электронных ламп) вместе с одной половиной вторичной обмотки входного трансформатора и одной половиной первичной обмотки выходного трансформатора носит название плеча двухтактного каскада. К концам вторичной обмотки выходного трансформатора присоединяется, как и в обычном усилителе, звуковая катушка динамика или линия радиотрансляционной сети (гл. 11).

Работа схемы. Так как сетки ламп подключены к противоположным концам вторичной обмотки входного трансформатора, переменное напряжение на этих сетках всегда имеет противоположные знаки. В соответствии с изменениями напряжений на сетках ламп изменяются и их анодные токи: когда анодный ток одной лампы возрастает, анодный ток второй лампы уменьшается, и наоборот.

Так как анодные токи ламп проходят по двум половинкам первичной обмотки выходного трансформатора в противоположных направлениях, то увеличение анодного тока одной лампы и одновременное уменьшение анодного тока другой наводят по законам индукции во вторичной обмотке трансформатора э. д. с. и, следовательно, ток одного и того же направления, благодаря чему в выходном трансформаторе будет получаться как бы суммирование действий анодных токов обеих ламп.

Конденсатор C является корректирующим (см. стр. 129).

В двухтактном каскаде применяются также триоды, лучевые тетроды, а иногда обычные тетроды. В некоторых усилителях отрицательное смещение на управляющие сетки ламп задается не сопротивлением смещения, а батареей или отдельным выпрямителем.

Преимущества двухтактной схемы. Основные преимущества двухтактной схемы по сравнению с обычной одноламповой (однотактной) схемой усиления сводятся к следующему:

1. В обычной схеме с одной лампой постоянная слагающая анодного тока всегда должна быть больше амплитуды его переменной слагающей¹, иначе возникают значительные нелинейные искажения в воспроизводимой передаче. Вследствие этого обычная схема потребляет от анодной батареи (или выпрямителя) относительно большой постоянный по величине ток независимо от того, подается ли к управляющей сетке лампы переменное напряжение н. ч. или оно отсутствует (перерыв в радиопередаче). На управляющие сетки ламп двухтактного усилителя может быть дано такое большое отрицательное смещение, что в отсутствие передачи анодные токи ламп будут близки к нулевому значению и будут поочередно увеличиваться и уменьшаться при подаче на входной трансформатор переменного напряжения. Вследствие этого расход анодного тока в двухтактном каскаде, поставленном в такой режим², будет зависеть от громкости передачи, а среднее значение анодного тока может быть меньше, чем на каскад с одной лампой, при той же отдаваемой мощности. Это обстоятельство особенно существенно для радиоприемников и усилителей радиотрансляционных узлов, питаемых от батарей (гл. 10), обладающих ограниченным запасом электроэнергии, а также для мощных радиотрансляционных усилителей, потребляющих от электросети переменного тока довольно значительную мощность.

От двух ламп в двухтактном каскаде можно получить больше чем двойную неискаженную мощность, даваемую одной лампой того же типа.

¹ Такой режим работы лампы носит название „режима А“.

² Этот режим работы каскада называется „режимом АВ“.

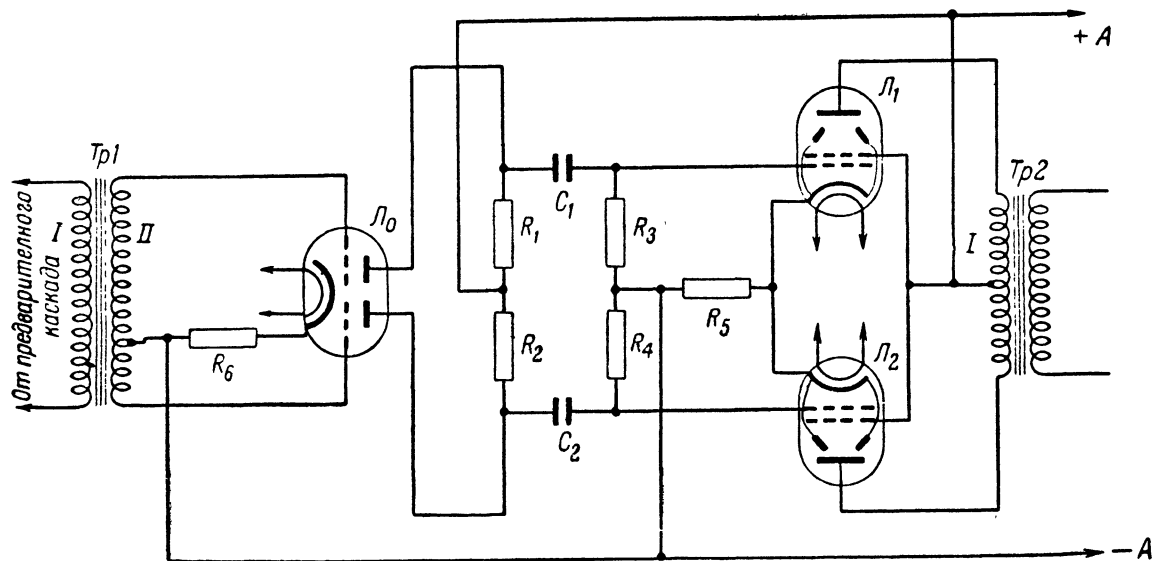
2. При питании двухтактной схемы от сети переменного тока получается меньший фон на выходе, чем при обычной схеме с одной лампой. Это объясняется следующими причинами. Когда вследствие пульсации напряжения сеточного смещения увеличивается или уменьшается напряжение на сетке лампы одного плеча, на такую же величину увеличивается или уменьшается и напряжение на сетке лампы второго плеча каскада (напряжение пульсаций действует на обе сетки в фазе). Под действием этих напряжений изменяются одновременно и анодные токи ламп обоих плеч. Одновременно изменяется ток в обоих плечах и вследствие пульсации анодного напряжения (и напряжения экранирующих сеток пентодов или тетродов).

Вызванное изменениями величины анодного тока, проходящего через одну половину первичной обмотки, увеличение или уменьшение намагничивания сердечника выходного трансформатора в любой момент компенсируется одновременным равным увеличением или уменьшением намагничивания сердечника за счет изменения анодного тока, проходящего через вторую половину первичной обмотки. Таким образом, изменения напряжения на сетках и на анодах ламп под действием пульсаций напряжения сеточного смещения и анодного напряжения не изменяют намагничивания сердечника выходного трансформатора и в его вторичной обмотке практически не индуктируются переменные э. д. с. с частотой пульсаций напряжений, или, если лампы в плече не вполне однородны, эти переменные э. д. с. получаются незначительными. Вследствие такой компенсации пульсаций в усилителе по двухтактной схеме его можно питать напряжением с большей пульсацией, т. е. в фильтре выпрямителя, питающего двухтактный усилитель, возможно применение дросселя с меньшей индуктивностью и конденсаторов с меньшей емкостью.

Применение ламп прямого накала. Благодаря свойству двухтактной схемы компенсировать пульсацию напряжений в ней возможно применение ламп с прямым накалом. Неравномерность испускания электронов нитями ламп в двухтактной схеме не вызывает практически напряжения фона на вторичной обмотке выходного трансформатора. В этом случае сопротивление смещения (или минус источника анодного напряжения и плюс источника смещения на сетки в случае неавтоматического смещения) присоединяется к отводу от среднего витка обмотки накала, т. е. к точке, напряжение на которой по отношению к концам обмотки накала равно нулю. Этим исключают попадание переменного напряжения накала в цепи сеток и анодов ламп и, следовательно, исключают пульсации анодного тока под действием напряжения накала. Последняя схема применяется в усилителях большой мощности, работающих на лампах с толстыми нитями накала и потому обладающими большой тепловой инерцией.

Схемы связи между двумя двухтактными каскадами. Если перед двухтактным оконечным каскадом включен также двухтактный каскад, первичная обмотка входного трансформатора оконечного каскада должна иметь вывод от средней точки, а концы ее подключаются к анодам ламп предыдущего каскада. В этом случае входной трансформатор оконечного каскада одновременно является выходным трансформатором предыдущего каскада. Вторичная обмотка входного трансформатора предоконечного каскада также должна иметь вывод от средней точки.

В некоторых случаях связь между двухтактными каскадами осуществляется через сопротивление и емкости (фиг. 6-18). В этой схеме напряжения звуковой частоты из анодных цепей ламп предыдущего каскада подаются в цепи сеток ламп последующего каскада так же, как в обычной схеме связи на сопротивлениях (фиг. 6-16).



Фиг. 6-18. Схемы двухкаскадного двухтактного усилителя н. ч.

6-10. Инверсные каскады

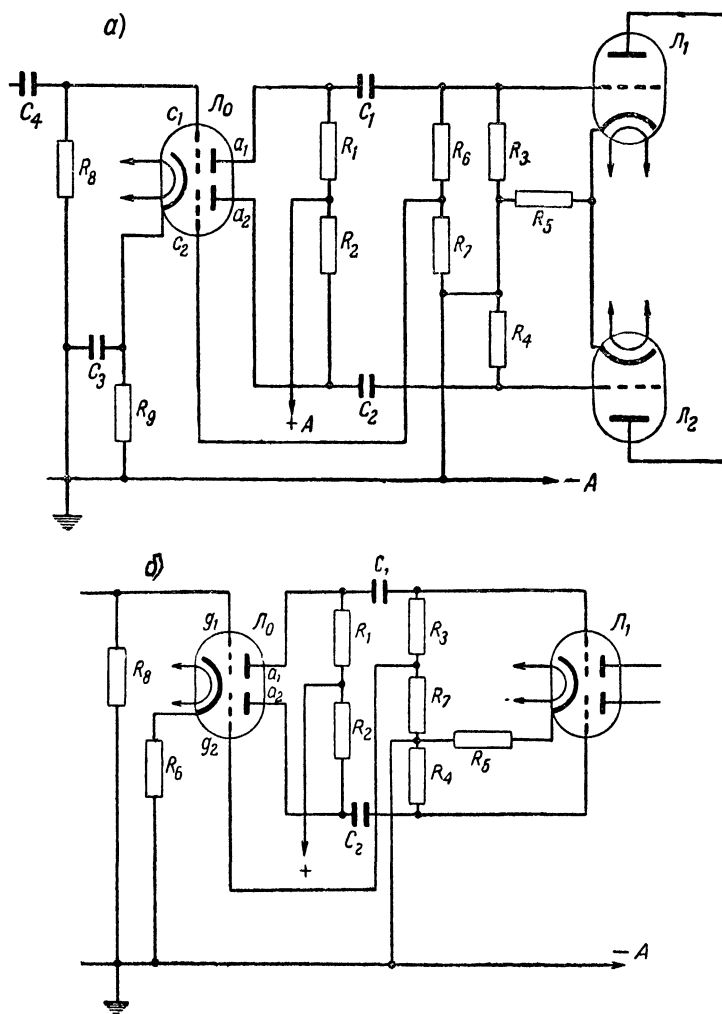
Переход с обычного однолампового каскада усиления н. ч. на каскад по двухтактной схеме может быть произведен и без трансформатора, применением так называемой инверсной (фазопереворачивающей) схемы.

В такой схеме используется следующее свойство каскада с электронной лампой. Предположим, что в анодную цепь лампы включено сопротивление (например R_5 на фиг. 6-16) и в цепи ее управляющей сетки действует переменное напряжение. Когда суммарное отрицательное напряжение на управляющей сетке лампы уменьшается (при положительном полупериоде переменного сеточного напряжения), анодный ток лампы увеличивается. Увеличение тока, проходящего через включенное в анодную цепь лампы сопротивление, вызывает увеличение падения напряжения на этом сопротивлении, а следовательно, уменьшение положительного напряжения на аноде лампы; аналогично при увеличении суммарного отрицательного напряжения на сетке (при отрицательном полупериоде переменного напряжения на сетке) анодный ток уменьшается и напряжение на аноде возрастает. Следовательно, уменьшение или увеличение отрицательного напряжения на управляющей сетке лампы усилительного каскада приводит соответственно к уменьшению или увеличению положительного напряжения на аноде лампы, т. е. переменное напряжение на аноде противоположно по фазе переменному напряжению на сетке. Описанное явление и используется в инверсных схемах.

Одна из инверсных схем приведена на фиг. 6-19,а. В ее предварительном каскаде применен двойной триод \mathcal{L}_0 , а в оконечном каскаде — два триода \mathcal{L}_1 и \mathcal{L}_2 . Подлежащее усилению переменное напряжение н. ч. подается через конденсатор C_4 на сетку c_1 лампы \mathcal{L}_0 . Сопротивление R_8 является сопротивлением цепи этой сетки, а с сопротивления R_9 подается на нее смещение. Под действием переменного напряжения на сетке получается усиленное переменное напряжение на сопротивлении R_1 , включенном в цепь анода a_1 . Это напряжение через конденсатор C_1 подается в цепь сетки лампы \mathcal{L}_1 . Параллельно сопротивлению R_3 цепи сетки лампы \mathcal{L}_1 включено два последовательно соединенных сопротивления R_6 и R_7 . Величины этих сопротивлений подобраны так, что на сопротивлении R_7 получается напряжение с амплитудой, равной амплитуде напряжения, поступающего на сетку c_1 лампы \mathcal{L}_0 . Общая точка сопротивлений R_6 и R_7 соединена с сеткой c_2 , вследствие чего переменное напряжение с сопротивления R_7 поступает на эту сетку. Очевидно, что это напряжение будет противоположно по фазе напряжению на сетке c_1 .

Под действием переменного напряжения на сетке c_2 получается усиленное переменное напряжение на сопротивлении R_2 , включенном в цепь анода a_2 . Это переменное напряжение через конденсатор C_2 передается в цепь сетки лампы \mathcal{L}_2 таким же образом, как в обычной схеме связи на сопротивлениях. В цепи сетки этой лампы стоит сопротивление R_4 . Так как напряжение на сетке c_2 противоположно по фазе напряжению на сетке c_1 , напряжение на сетке лампы \mathcal{L}_2 также будет противоположно по фазе напряжению на сетке лампы \mathcal{L}_1 . С другой стороны, так как на сетках c_1 и c_2 мы имеем напряжения с одинаковыми по величине амплитудами и обе половины двойного триода дают одинаковое усиление, на сетках ламп \mathcal{L}_1 и \mathcal{L}_2 получаются также одинаковые амплитуды.

Рассмотрим схему инверсного каскада, применяемую в усилителе типа ТУБ-100 для трансляционных узлов (фиг. 6-19,б). Здесь такая схема используется для связи между двумя каскадами предварительного уси-



Фиг. 6-19. Схемы двухтактных усилителей с инверсными каскадами.

ления, причем оба каскада работают на двойных триодах типа 6Н7. Переменное напряжение на сетку g_2 лампы Λ_0 также подается с сопротивлением R_7 , включенного в цепь сетки лампы Λ_1 последующего каскада, но оно включено последовательно с сопротивлением R_3 . Сопротивление R_6 в цепи сетки лампы Λ_1 в данной схеме отсутствует. Величины сопротивлений R_3 и R_7 подобраны так, что на сетку g_2 лампы Λ_0 поступает переменное напряжение такой же величины, как и на ее сетку g_1 , но

в противоположной фазе. Все прочие сопротивления и конденсаторы, имеющиеся в схеме фиг. 6-19,б и одинаковые по обозначению со схемой фиг. 6-19,а, выполняют в обеих схемах одни и те же функции.

6-11. Отрицательная обратная связь

Возникающие в усилителе н. ч. гармоники и фон переменного тока могут быть ослаблены применением отрицательной обратной связи. С сущностью обратной связи мы уже познакомились в разделе «Регенеративный приемник». Принцип обратной связи заключается в том, что колебания из анодной цепи лампы передаются тем или иным способом в цепь сетки лампы. В регенераторе из анодной цепи лампы передаются в цепь сетки колебания в. ч., и, если обратная связь положительна, колебания в. ч. в колебательном контуре усиливаются. Из анодной цепи лампы усилителя н. ч. в цепь ее управляющей сетки можно передать н. ч. колебания, в том числе и их гармоники.

Но возможно осуществить и отрицательную обратную связь, при которой получается ослабление колебаний.

Одна из простейших схем каскада усилителя н. ч. с отрицательной обратной связью приведена на фиг. 6-20,а. Здесь анод лампы оконечного каскада соединен с ее управляющей сеткой через конденсатор C_0 и сопротивление R_0 , через которые колебания н. ч. поступают из анодной цепи лампы в цепь ее управляющей сетки. Если в анодной цепи лампы имеются гармоники, то они тоже поступят в цепь управляющей сетки лампы, и под действием создаваемых ими здесь напряжений в анодной цепи лампы возникнут переменные слагающие напряжений с теми же частотами, но они будут противоположны по фазе породившим их переменным напряжениям. Предположим, например, что напряжение переменной слагающей с частотой какой-либо из гармоник в некоторый момент времени на аноде увеличилось. Это изменение напряжения передается через конденсатор C_0 и сопротивление R_0 в цепь управляющей сетки и вызывает уменьшение отрицательного напряжения на сетке. Уменьшение отрицательного же напряжения на сетке вызывает увеличение анодного тока и, следовательно, уменьшение напряжения на аноде. В результате увеличение напряжения на аноде получается меньшее, чем при отсутствии связи через C_0 и R_0 , и данная гармоника ослабится. Точно так же ослабятся в анодной цепи и напряжения других гармоник, а также и напряжения основной частоты, подведенной к управляющей сетке оконечного каскада от предварительного усилителя. Таким образом, ослабление гармоник приводит в то же время к уменьшению усиления каскада. Чтобы получить в его анодной цепи необходимую мощность, нужно увеличивать напряжение н. ч., подаваемое на управляющую сетку лампы, т. е. при наличии отрицательной обратной связи нужно строить предварительные усилители с большим усилением, чем при отсутствии обратной связи.

На фиг. 6-20,б приведена другая схема усилителя с отрицательной обратной связью. Здесь выходной трансформатор Tr имеет дополнительную обмотку обратной связи III , включенную в цепь управляющей сетки лампы. Индуцируемая в этой обмотке э. д. с. обратной связи, действуя на сетку лампы, точно так же вызывает в анодной цепи лампы переменные напряжения, противоположные ей по фазе, т. е. действие этой схемы аналогично действию предыдущей схемы. Схема фиг. 6-20,б лучше схемы фиг. 6-20,а в том отношении, что она дает также и ослабление фона переменного тока.

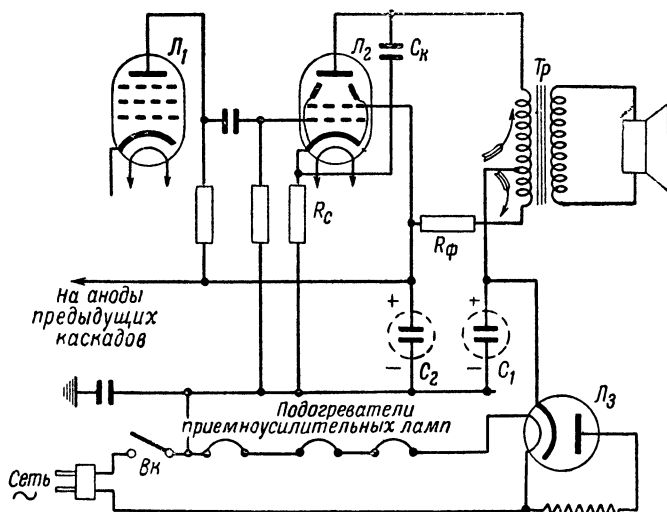
Отрицательная обратная связь в двухтактном усилителе. Для осуществления отрицательной обратной связи в двухтактном усилителе его выходной трансформатор Tr_2 (фиг. 6-20,б) обычно снабжается двумя обмотками обратной связи IIA и $IIБ$, а вторичная обмотка входного трансформатора Tr_1 разделяется на две изолированные друг от друга обмотки IIA и $IIБ$. Обмотки обратной связи соединяются между собой последовательно. Свободный конец обмотки IIA соединяется с обмоткой IIA трансформатора Tr_1 , а свободный конец обмотки $IIБ$ — с обмоткой $IIБ$. Таким образом, напряжение обратной связи с обмотки IIA через обмотку $IIБ$ трансформатора Tr_1 подается на управляющую сетку лампы L_1 , а напряжение обратной связи с обмотки $IIБ$ через обмотку $IIБ$ трансформатора Tr_1 — на сетку лампы L_2 . Минус напряжения смещения на управляющие сетки обеих ламп каскада присоединяется к общей точке обмоток IIA и $IIБ$ и поступает на эти сетки через обмотки обратной связи и далее через обмотки IIA и $IIБ$ трансформатора Tr_1 .

Отрицательная обратная связь в двухтактном усилителе может быть осуществлена также соединением анода лампы каждого его плеча с управляющей сеткой лампы того же плеча через конденсатор и сопротивление, подобно тому, как это показано на фиг. 6-20,а.

Рассмотренные простейшие схемы отрицательной обратной связи могут иметь ряд разновидностей. В некоторых усилителях н. ч. напряжение обратной связи подается с обмотки выходного трансформатора в цепь предоконечного каскада.

6-12. Схема уменьшений фона

В некоторых радиоприемниках применяется особая схема включения первичной обмотки выходного трансформатора н. ч., позволяющая использовать последний одновременно как дроссель фильтра выпрямленного напряжения (фиг. 6-21). Выходной трансформатор этой схемы отличается от



Фиг. 6-21. Схема усилителя н. ч., уменьшающая фон на вторичной обмотке выходного трансформатора.

обычного выходного трансформатора тем, что его первичная обмотка состоит из двух неравных частей. От точки соединения этих частей сделан отвод, который соединяется с катодом работающего в выпрямителе однополупериодного кенотрона L_3 . Следовательно, на эту точку подается плюс выпрямленного напряжения. Конец части первичной обмотки с большим числом витков соединен с анодом оконечной лампы L_2 . Конец другой его части с меньшим числом витков включен через сопротивление R_ϕ на выходной конденсатор C_2 сглаживающего фильтра. Сопротивление R_ϕ обычно имеет величину порядка 2 000 — 3 000 ом, а конденсаторы C_1 и C_2 — емкость по несколько десятков микрофард каждый.

С конденсатора C_2 высокое напряжение подается на экранирующую сетку лампы L_2 оконечного каскада и на аноды и экранирующие сетки всех остальных электронных ламп приемника. Следовательно, анодные токи и токи экранирующих сеток этих ламп проходят через часть первичной обмотки выходного трансформатора с меньшим числом витков и через сопротивление R_ϕ , заменяющее собой дроссель фильтра. Пульсации напряжения, подаваемого на анод лампы L_2 оконечного каскада, сглаживаются только конденсатором C_1 , но ослабление фона на вторичной обмотке трансформатора достигается еще следующим. Так как по виткам двух частей первичной обмотки трансформатора пульсирующие токи проходят в различных направлениях, вызываемые ими в сердечнике трансформатора переменные магнитные поля взаимно ослабляются, и в результате напряжение фона, индуктированное во вторичной обмотке, получается меньше, чем в случае отсутствия дополнительной части первичной обмотки.

6-13. Селеновый выпрямитель

Последние годы для питания анодных и сеточных цепей радиоприемников и усилителей от сетей переменного тока начали применяться селеновые выпрямители¹. В этих выпрямителях для преобразования переменного тока в пульсирующий вместо кенотронов применяются селеновые выпрямительные элементы.

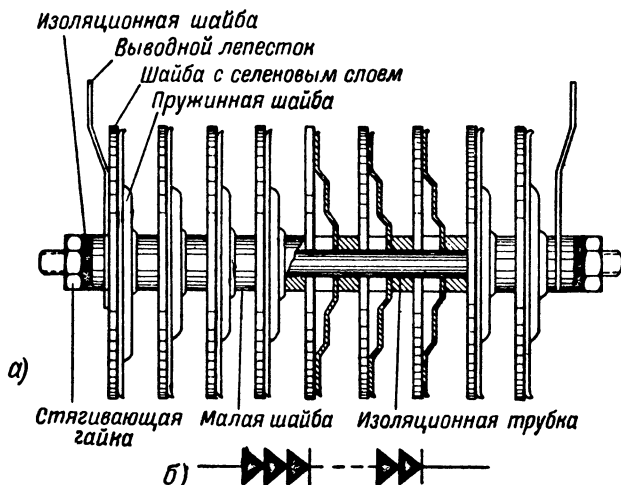
Селеновый выпрямительный элемент. Селеновый выпрямительный элемент представляет никелированную стальную шайбу (в выпрямителях, питающих приемники, применяются шайбы диаметром 25—35 мм), покрытую с одной стороны тонким слоем селена. Поверх селена нанесен металлический слой из легкоплавкого сплава висмута, кадмия и олова. Стальная шайба называется нижним электродом или анодом, а слой легкоплавкого сплава — верхним электродом или катодом. Поэтому указанный легкоплавкий сплав называют катодным сплавом.

Если к нижнему электроду приложить положительный, а к верхнему электроду — отрицательный потенциалы, через слой селена пойдет ток больший, чем в случае, если приложить потенциалы в противоположных направлениях. Следовательно, такая шайба обладает выпрямительными свойствами, т. е. она может преобразовать переменный ток в пульсирующий.

Одиночная шайба может быть использована для выпрямления переменного тока с эффективным напряжением не более 14—16 в. При большем приложенном напряжении «запирающий слой» разрушается, и шайба теряет свои выпрямительные свойства.

¹ Селеновые выпрямители применяются в массовых радиослушательских приемниках отечественного производства типов „Москвич“ и АРЗ-49.

Селеновый столбик. Для выпрямления селеновыми выпрямителями больших переменных напряжений применяют ряд соединенных последовательно селеновых элементов, причем их число берется из расчета, чтобы на каждую шайбу приходилось напряжение не выше 12—14 в. Такая сборка из селеновых элементов показана на фиг. 6-22,а. Конструктивной основой здесь является металлический стержень, на который надета трубка из изоляционного материала с внешним диаметром, равным диаметру внутреннего отверстия шайбы. На этот стержень надеваются последова-



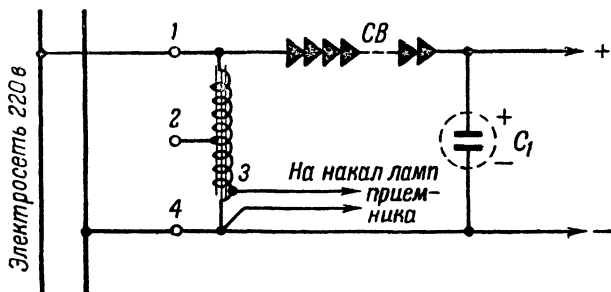
Фиг. 6-22. Селеновый выпрямительный столбик и его схематическое обозначение.

тельно шайба со слоем селена, пружинящая металлическая шайба, малая шайба, опять шайба со слоем селена и т. д. Пружинящая шайба осуществляет контакт верхнего электрода одного селенового элемента через малую металлическую шайбу с нижним электродом селенового элемента. Для получения плотного контакта между всеми шайбами весь столбик стягивается гайками, навинчиваемыми на концы металлического стержня. Включение столбика в схему выпрямителя осуществляется через два металлических лепестка, один из которых соединен со стальной шайбой крайнего в столбике селенового элемента, а другой — с крайней в столбике пружинящей шайбой. Изоляционные шайбы препятствуют короткому замыканию между крайними элементами столбика через стягивающий стержень. На фиг. 6-22,б показано схематическое обозначение селенового выпрямительного столбика.

Схемы селеновых выпрямителей. Описанный столбик может быть использован вместо кенотрона, например, в схеме фиг. 5-9.

Одна из распространенных в массовых радиослушательских приемниках схема выпрямителя с селеновым столбиком приведена на фиг. 6-23. Здесь вместо силового трансформатора применен автотрансформатор, представляющий катушку из изолированной проволоки с сердечником из стальных пластин. От витков катушки сделаны отводы. Для работы от

электросети с напряжением 220 в автотрансформатор присоединяется к ее проводам концами 1 и 4 своей обмотки, и напряжение на селеновый столбик поступает непосредственно из сети. В результате выпрямительного действия столбика на конденсаторе C_1 получается пульсирующее напряжение. Провода, обозначенные + и —, идут через сглаживающий фильтр на питание анодных цепей приемника. Число витков между нижним концом обмотки автотрансформатора, обозначенным цифрой 4, и отводом, обозначенным цифрой 3, выбирается так, чтобы на этих витках получалось напряжение, необходимое для накала ламп приемника. Провода от этих двух точек идут к подогревателям ламп приемника.



Фиг. 6-23. Схема выпрямителя с селеновым столбиком и автотрансформатором.

Для работы от сети с напряжением 110—127 в последняя подключается к концу 4 обмотки автотрансформатора и к ее отводу 2. При этом в части витков обмотки между верхним ее концом и отводом 2 получается напряжение около 100 в. Так как селеновый столбик подключен к верхнему концу 1 обмотки автотрансформатора, указанное добавочное напряжение складывается с напряжением сети, подведенным к точкам 2 и 4, и на селеновый столбик опять подается напряжение около 220 в. Следовательно, независимо от того, питается ли выпрямитель от сети с напряжением 220 в или 110—127 в, на селеновый столбик подается практически одно и то же напряжение. Соответственно в обоих случаях получаются одинаковые выпрямленные напряжения.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

РАДИОСЛУШАТЕЛЬСКИЕ ЛАМПОВЫЕ ПРИЕМНИКИ

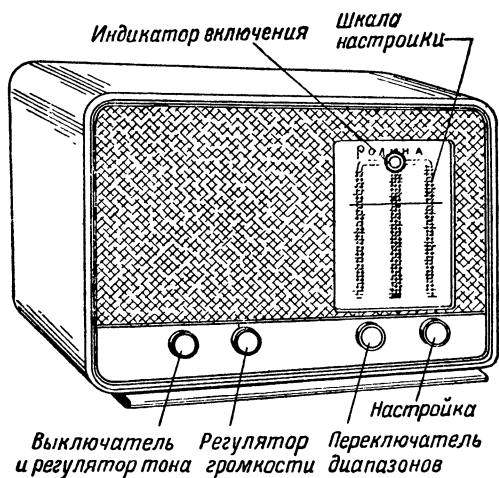
7-1. Приемники «Родина» и «Родина-47»

В неэлектрифицированных местностях наибольшее распространение получили приемники «Родина» и «Родина-47». Питание этих приемников осуществляется от двух батарей сухих гальванических элементов с напряжением 2—3 в и 100—120 в. Для накала ламп каждого из таких приемников применяется батарея из двух элементов типа БНС-100 или БНС-МВД-500 либо из четырех элементов 6С-МВД и две анодные батареи типа БС-70 или МВД-45 (см. гл. 10). Ток накала ламп приемников «Родина»

10 В. Н. Догадин, Р. М. Малинин.

или «Родина-47» составляет около 460 ма. Общий анодный ток всех ламп приемника составляет 6—8 ма.

Батареи обычно устанавливаются рядом с приемником или под столом, на котором стоит приемник. Для размещения батарей накала из элементов 6С-МВД и анодных батарей предусмотрено место в самом ящике приемника «Родина», однако такое расположение нежелательно, так как испарения, выделяемые гальваническими элементами, разрушающе действуют на детали приемника.



Фиг. 7-1. Общий вид приемника «Родина».

Приемники «Родина» и «Родина-47» с антеннами высотой 8—10 м и длиной 15—25 м обеспечивают громкоговорящий прием дальних радиовещательных станций.

Оба приемника — супергетеродинного типа и содержат по шесть ламп. По принципиальной схеме приемник «Родина-47» незначительно отличается от приемника «Родина», но по внешнему виду они различны (фиг. 7-1 и 7-2).

Зажимы для присоединения проводов антенны и заземления расположены на тыловой стороне приемника. Там же расположены у прием-

ника «Родина» зажимы для включения батарей, а у приемника «Родина-47» — гнезда для включения дополнительного громкоговорителя и перемычка для выключения добавочного сопротивления из общей цепи накала ламп.

Приемник «Родина-47» не имеет зажимов для включения батарей, и присоединение их к приемнику производится к концам проводящих, входящих из ящика приемника.

Диапазоны волн приемников «Родина» и «Родина-47» следующие: длинноволновый у обоих типов приемников от 2000 до 733 м (150—400 кГц);

средневолновый у приемника «Родина» от 545 до 200 м (550—1500 кГц) и у приемника «Родина-47» от 576 до 200 м (520—1500 кГц);

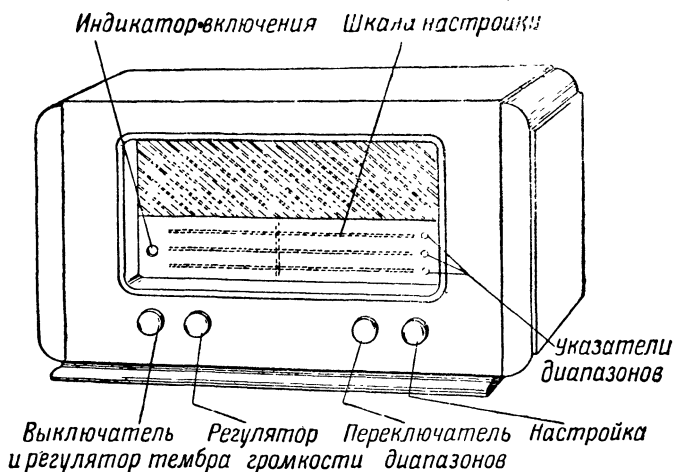
коротковолновый у приемника «Родина» от 32,6 до 24,2 м (9,2—12,4 мГц) и у приемника «Родина-47» от 70 до 25 м (4,3—12,0 мГц).

Схемы приемников. Принципиальные схемы приемников «Родина» и «Родина-47» приведены на фиг. 7-3 и 7-4. При описании этих схем, если не указывается тип приемника («Родина» или «Родина-47»), изложение материала относится к обеим схемам.

На этих схемах, а также и на других приводимых ниже схемах приемников рядом с условными обозначениями сопротивлений и конден-

саторов поставлены числа, характеризующие электрические величины этих деталей.

Величины емкостей конденсаторов от 1 до 999 $n\phi$ и сопротивлений до 1000 ом обозначены целыми числами. Например, обозначение C_{118} обозначает, что емкость конденсатора C_1 равна 18 $n\phi$; R_{12} 400 обозначает, что сопротивление R_{12} имеет 400 ом . Емкости конденсаторов от 1000 до 99 000 $n\phi$ и величины сопротивлений от 1000 до 99 000 ом обозначены цифрами, соответствующими числу тысяч ом или пикофард; после этих чисел стоит буква Т. Например, $C_{18} 5 \text{ Т}$ означает, что данный



Фиг. 7-2. Общий вид приемника «Родина-47».

конденсатор имеет емкость в 5000 $n\phi$; $R_2 50 \text{ Т}$ означает, что величина этого сопротивления равна 50 000 ом . Около конденсаторов с емкостями больше 100 000 $n\phi$ (0,1 $\mu\phi$) и около сопротивлений с величинами свыше 100 000 ом (0,1 мгом) поставлены их величины соответственно в микрофарадах и мегомах или в их долях, причем эти числа отличаются наличием в них запятой, отделяющей целые числа от десятичных знаков. Например, число 5,0, поставленное около конденсатора C_{32} , обозначает, что емкость этого конденсатора равна 5 $\mu\phi$; числа 0,1 и 2,0, стоящие около сопротивлений R_1 и R_8 , обозначают, что их величины соответственно равны 0,1 и 2,0 мгом .

Входная часть и преобразователь частоты. В преобразователе частоты работает гентод L_1 типа СБ-242. Колебательные контуры принимаемой и вспомогательной частот настраиваются блоком из двух конденсаторов переменной емкости C_2 — C_{10} . Каждый из этих контуров имеет соответственно числу диапазонов по три катушки, переключаемых переключателем диапазонов Π_1 . Этим же переключателем переключаются дополнительные конденсаторы колебательных контуров, служащие для сопряжения контуров принимаемой и вспомогательной частот, причем схемы переключения конденсаторов входного контура в приемниках «Родина» и «Родина-47» несколько отличаются друг от друга. Кроме того, на входе приемника «Родина-47» имеется специальный контур из последовательно вклю-

ченных катушки L_{15} и конденсатора C_{38} , служащий для того, чтобы не пропускать в приемник радиосигналов с частотой, близкой к промежуточной частоте 460 кГц.

Усилитель п. ч. Усилитель п. ч. приемника содержит два каскада с пентодами L_2 и L_3 типа 2К2М. Колебания п. ч. от преобразователя в цепь управляющей сетки первой лампы усилителя п. ч. передаются через полосовой фильтр, состоящий из катушек L_{11} и L_{12} и конденсаторов C_{20} и C_{21} . В анодные цепи ламп усилителей п. ч. включены одиночные колебательные контуры $L_{13}C_{24}$ и $L_{14}C_{26}$.

Второй детектор и усилитель н. ч. Четвертая лампа приемника L_4 типа 2Ж2М выполняет одновременно роль второго детектора и предварительного каскада усиления н. ч. В качестве диода используются анод и катод этой лампы. Роль триода выполняют катод, управляющая сетка и экранирующая сетка. Последняя заменяет собой анод. Напряжение п. ч. с колебательного контура $L_{14}C_{26}$ подается через конденсатор C_{27} на анод лампы L_4 . В результате детектирования на сопротивлении R_7 получается постоянная слагающая и переменная слагающая н. ч. Низкочастотная слагающая через сопротивление R_7 и конденсатор C_{28} подается на потенциометр регулирования громкости R_8 и с него — на управляющую сетку лампы L_4 . Через то же сопротивление R_7 и сопротивление R_{10} получающаяся в результате детектирования постоянная слагающая напряжения подается на управляющие сетки ламп L_2 и L_3 усилителя п. ч. с целью осуществления АРЧ приемника.

В цепь экранирующей сетки лампы L_4 приемника «Родина» включена первичная обмотка трансформатора Tr_1 . Начало и конец его вторичной обмотки соединены с управляющими сетками работающих в оконечном двухтактном каскаде ламп L_5 и L_6 типа 2Ж2М. Tr_2 — выходной трансформатор этого каскада, вторичная обмотка которого включена на звуковую катушку динамика типа 2ГДМ-3.

В приемнике «Родина-47» связь каскада предварительного усиления н. ч. выполнена несколько иначе. Цепь экранирующей сетки лампы L_4 состоит из сопротивления R_{11} и подключенной к нему через конденсатор C_{30} первичной обмотки трансформатора. Такая схема обеспечивает прохождение через первичную обмотку трансформатора Tr_1 только переменной слагающей напряжения н. ч.

Выходной каскад приемника «Родина-47» также несколько отличается по схеме от выходного каскада приемника «Родина». От витков первичной обмотки выходного трансформатора сделаны отводы к гнездам, в которые может быть включен дополнительный громкоговоритель (например типа «Рекорд»). Кроме того, в оконечном каскаде приемника «Рекорд-47» применена отрицательная обратная связь соединением анода и управляющей сетки лампы L_5 через конденсатор C_{33} и сопротивления R_{16} и R_{17} . Так как обратная связь уменьшает нелинейные и частотные искажения, то отпадает надобность в корректирующих сопротивлениях R_{16} и конденсаторе C_{33} , включенных в приемнике «Родина» параллельно вторичной обмотке трансформатора Tr_1 .

Выходная неискаженная мощность приемника равна около 0,25 вт.

Смещение на управляющие сетки ламп L_5 и L_6 в оконечных каскадах приемников обоих типов подается с сопротивлений R_{12} и R_{13} , включенных между минусом анодной батареи и минусом батареи накала. Смещение на управляющую сетку лампы L_4 подается с сопротивления R_{10} .

Включение батарей. Анодная батарея присоединяется в приемнике «Родина» к зажимам, обозначенным +120 в и — 120 в или к соответ-

ствующим концам проводников «Родина-47». Она составляется из двух последовательно соединенных батарей. Если батарея накала составляется из четырех элементов типа 6С-МВД, то эти элементы соединяются между собой по две штуки последовательно, а обе группы соединяются параллельно.

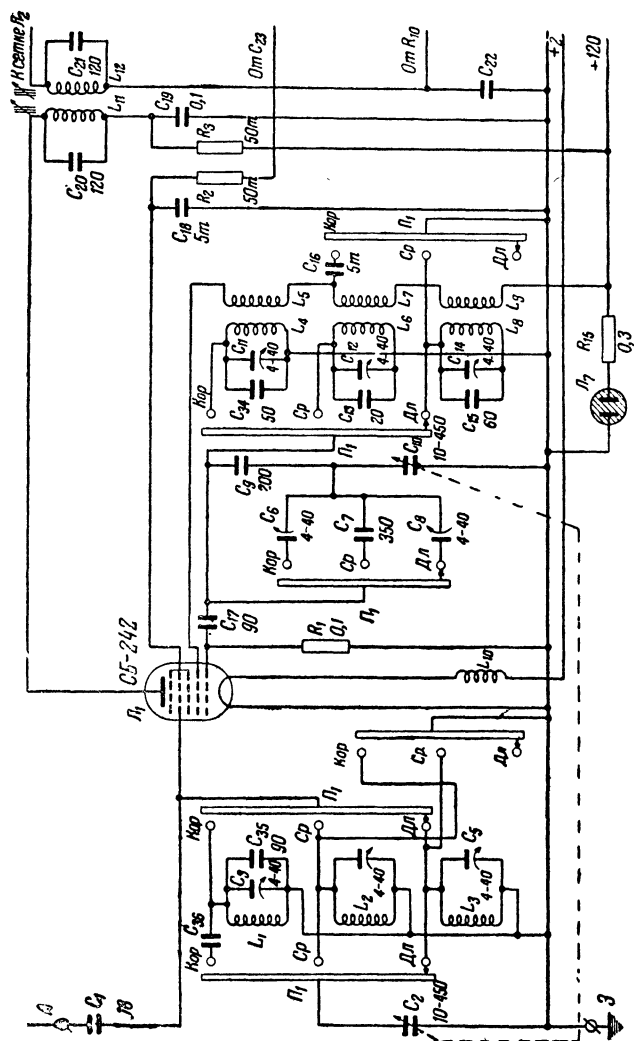
В приемнике «Родина» общий минус элементов присоединяется к зажиму — 2в. Положительный полюс батареи накала из свежих элементов подключается к клемме +3 в. Такая батарея дает напряжение около 2,8 в, в то время как для накала ламп требуется напряжение всего лишь в 2 в. При указанном включении ток от батареи на накал ламп проходит через сопротивление R_{14} , в котором и поглощается излишек напряжения. После некоторого времени работы батарея накала частично разрядится и ее напряжение уменьшится, тогда ее положительный полюс нужно пересоединить на зажим «+2 в». При таком включении ток на накал ламп идет, минуя сопротивление R_{14} .

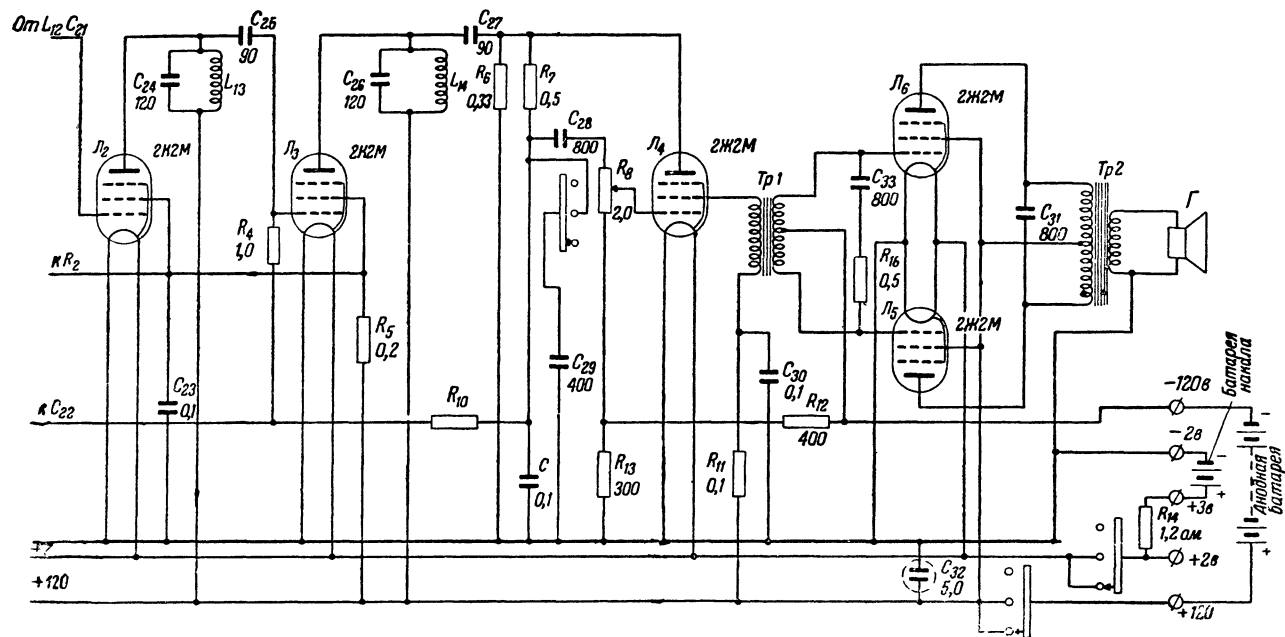
В приемнике «Родина-47» батарея накала подсоединяется всегда к одним и тем же концам проводников. Когда напряжение батареи значительно превышает 2 в, размыкается перемычка P_3 , благодаря чему в цепь накала включается сопротивление R_{14} . Когда же батарея разрядится до 2 в, эта перемычка снова надевается на оба крепящих ее винта, винты заворачиваются и сопротивление R_{14} оказывается замкнутым нако-
ротко.

Включение батарей на питание ламп производится переключателем P_2 . Первое положение этого переключателя (ручка повернута доотказа против часовой стрелки) соответствует выключению батарей. При установке переключателя во второе или третье положение на лампы приемника включаются напряжение накала и анодное напряжение от батарей. При этих двух положениях переключателя параллельно анодной батарее включается также неоновая лампочка L_7 с последовательным сопротивлением R_{15} . При нормальном напряжении анодной батареи лампочка ярко светится. По ослаблению свечения или полному погасанию неоновой лампочки можно обнаружить разряд анодной батареи.

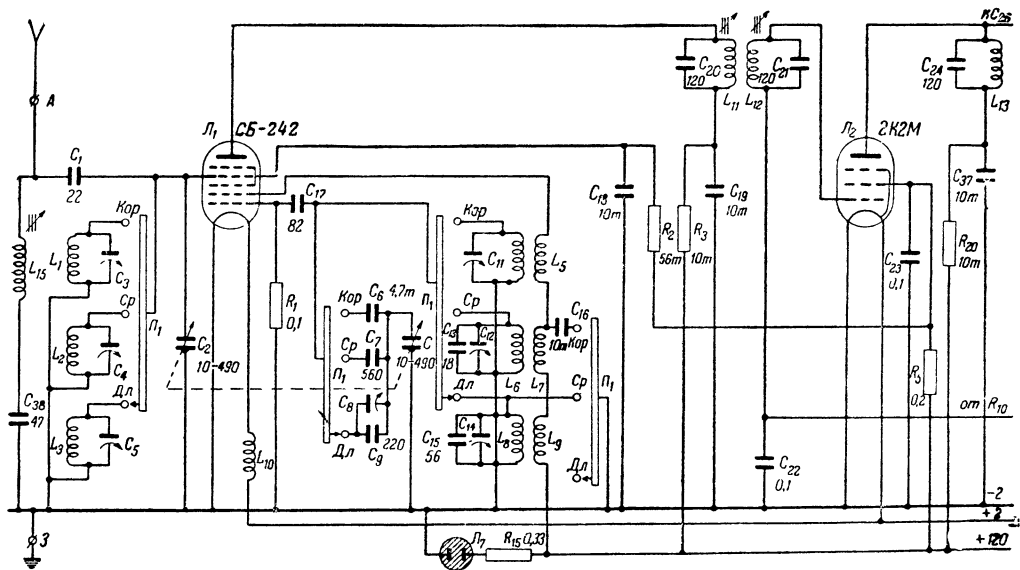
Действие приемника при двух рабочих положениях переключателя P_2 отличается тем, что в одном из этих положений параллельно сопротивлению R_3 регулятора громкости включается конденсатор C_{29} , замыкающий на себя высокие частоты звукового диапазона и тем самым сужающий полосу пропускания приемника и понижающий тембр звучания. При установке ручки переключателя P_1 в крайнее правое положение конденсатор C_{29} выключается, полоса пропускания частот расширяется и тембр звучания становится более высоким.

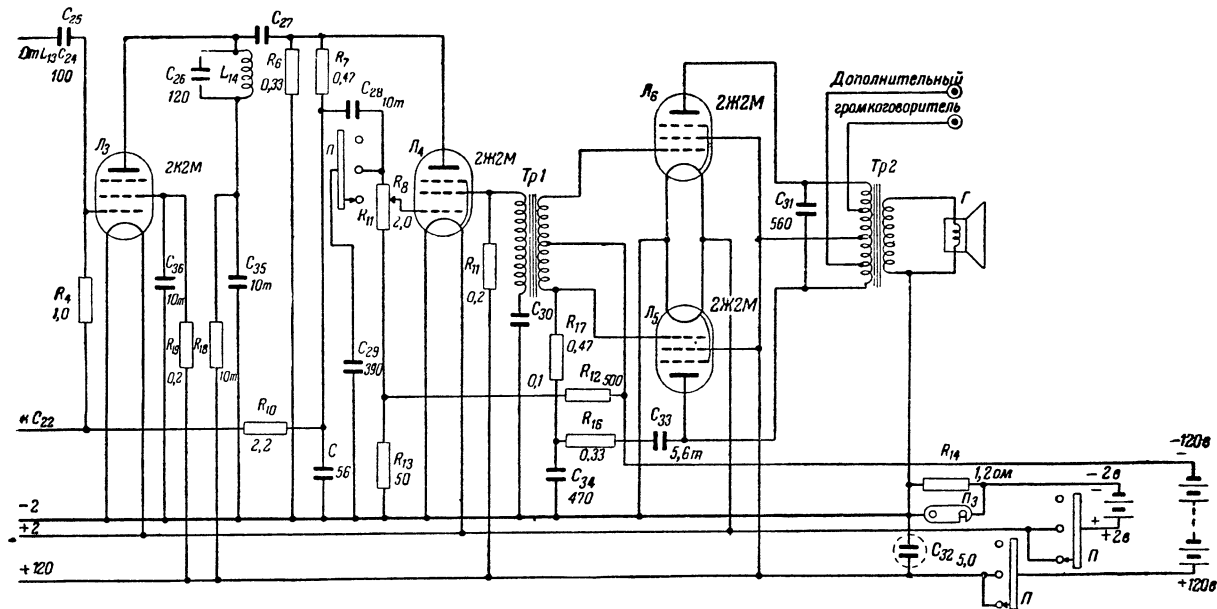
Прием станций. После подсоединения к приемнику антенны, заземления и батарей можно приступить к приему радиовещательных станций. Настройка на станции производится следующим образом. Переключатель диапазонов (вторая ручка справа) устанавливается на диапазон волн в соответствии с длиной волны выбранной станции. В зависимости от положения переключателя диапазонов появляется белый кружок у соответствующей шкалы настройки приемника. Ручка регулятора громкости (вторая слева) поворачивается по часовой стрелке почти доотказа. После этого плавным вращением ручки настройки (крайняя правая) нужно переместить указатель шкалы на деление, соответствующее длине волны намеченной к приему радиовещательной станции. Если эта станция работает, мы при этом услышим передачу. Тогда, поворачивая в небольших пределах ручку настройки в одну и другую стороны, нужно устано-





Фиг. 7-3. Принципиальная схема приемника „Родина“.





Фиг. 7-4. Принципиальная схема приемника „Родина-47“.

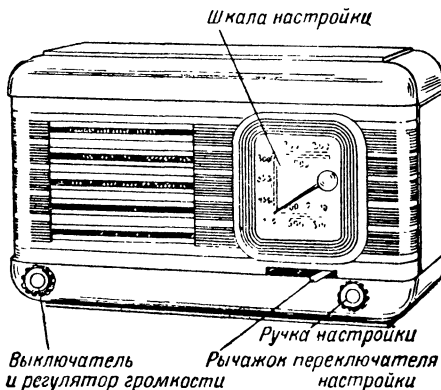
вить наиболее громкую ее слышимость. Затем с помощью ручки регулятора громкости устанавливают желаемую громкость передачи. Таким способом легко настроить приемник на длинноволновую или средневолновую радиостанцию.

На коротковолновом диапазоне приемника, особенно приемника «Родина-47», работа той или иной радиостанции слышна в пределах очень небольшого участка шкалы. Поэтому при настройке приемника на коротковолновую станцию ручку настройки нужно вращать очень медленно и плавно, в противном случае можно «проскочить» настройку на разыскиваемую станцию, не услышав ее.

По окончании приема левую ручку на панели приемника нужно повернуть доотказа влево. Погасание неоновой лампочки на шкале приемника свидетельствует о его выключении. После этого нужно заземлить антенну грозопереключателем.

7-2. Приемники «Москвич-В» и АРЗ-49

Из большого числа типов радиослушаательских приемников с питанием от сетей электрического освещения наиболее массовыми и дешевыми являются трехламповые супергетеродинные радиоприемники «Москвич-В» и АРЗ-49.



Фиг. 7-5. Общий вид приемника «Москвич-В».

На эти приемники в Европейской части СССР можно принимать на громкоговоритель мощные станции центрального вещания и местные станции, работающие в длинноволновом радиовещательном диапазоне на волнах от 2 000 до 730 м (150—410 кГц) и на средневолновом диапазоне на волнах от 578 до 188 м (520—1 600 кГц). Приемники «Москвич-В» и АРЗ-49 могут работать от сети переменного тока с напряжениями 110—127—220 в, потребляя от электросети около 40 вт.

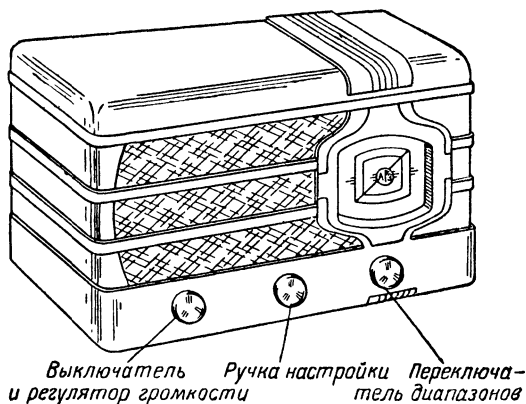
Кроме своего основного назначения радиоприемники «Москвич-В» и АРЗ-49 могут быть также использованы в качестве усилителей для воспроизведения граммофонных записей с помощью звукоусилителя.

Каждый из приемников имеет три ручки управления, расположенных внизу на их передних стенках (фиг. 7-5 и 7-6).

Включение антенны и граммофонного звукоснимателя производится на тыловой стороне приемников. В приемнике «Москвич» гнезда антенны и звукоснимателя расположены таким образом, что возможность включения в приемники звукоснимателя при включенной в приемник антенне исключена. Заземления к приемникам присоединять не нужно, так как для токов в. ч. они заземляются автоматически через питающие электросети.

Принципиальная схема приемника «Москвич-В» приведена на фиг. 7-7, а принципиальная схема АРЗ-49 — на фиг. 7-8.

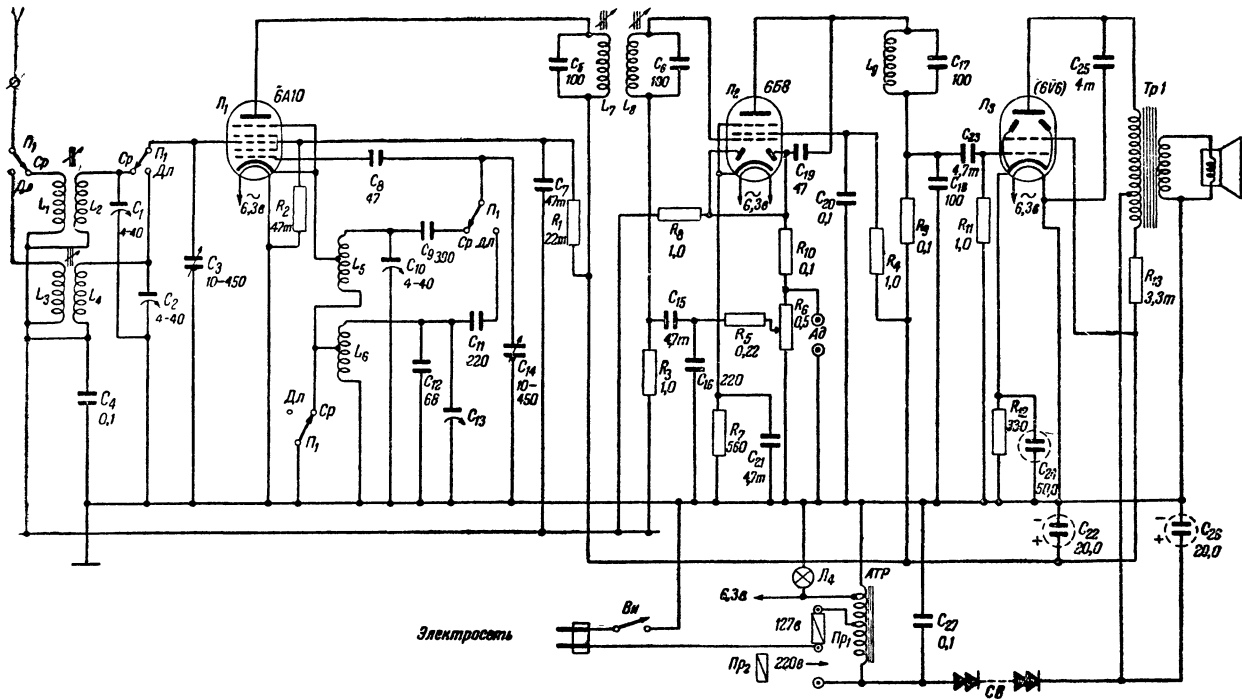
Принципиальные схемы приемников. В преобразователе частоты приемника «Москвич-В», так же как и приемника АРЗ-49, работает геттод L_1 типа 6A10 или 6SA7. Колебательные контуры принимаемой частоты и гетеродина настраиваются блоком из двух конденсаторов переменной емкости $C_3—C_{14}$. При работе на длинноволновом и средневолновом диапазоне в контуры переключателем диапазонов включаются различные катушки. В приемнике «Москвич-В» связь с антенной — индуктив-



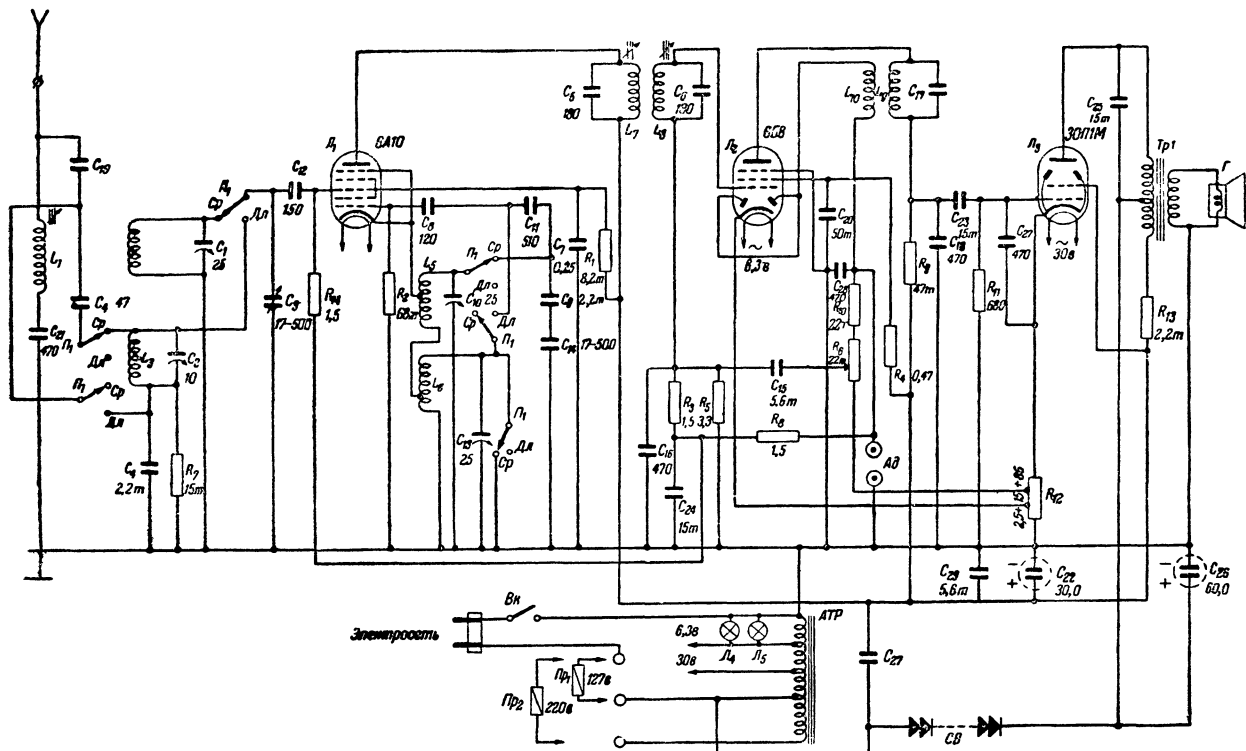
фиг. 7-6. Общий вид приемника АРЗ-49.

ная. При работе приемника АРЗ-49 на средневолновом диапазоне связь с антенной также индуктивная, причем в качестве антенной катушки при этом используется контурная катушка L_3 длинноволнового диапазона; при приеме длинных волн связь с антенной — емкостная.

Вторая лампа приемников L_2 — двойной диод пентод 6Б8 — выполняет одновременно функции усилителя п. ч., диодного детектора и предварительного каскада усиления н. ч. Колебания п. ч. поступают от преобразователя в цепь управляющей сетки лампы 6Б8 через полосовой фильтр, состоящий из катушек L_7 и L_8 и конденсаторов C_5 и C_6 . В анодную цепь этой лампы включен одиночный колебательный контур L_9C_{17} . Контур п. ч. приемника «Москвич-В» настроен на 465 кГц, а приемника АРЗ-49 — на 110 кГц. С контура L_9C_{17} усиленные колебания промежуточной частоты поступают для детектирования на диодную часть лампы 6Б8. В приемнике «Москвич-В» с этой целью диоды соединены с контуром L_9C_{17} через конденсатор C_{19} ; в приемнике АРЗ-49 цепь диодов связана с контуром L_9C_{17} посредством катушки L_{10} . После детектирования на сопротивлении R_{10} и потенциометре регулирования громкости R_6 получается пульсирующее напряжение н. ч. Переменная слабая этого напряжения с потенциометра R_6 через конденсатор C_{15} и катушку L_8 подается на управляющую сетку лампы 6Б8. Усиленное этой лампой напряжение н. ч. выделяется на включенном в ее анодную цепь сопротивлении R_9 , откуда через конденсатор C_{23} поступает на управляющую сетку лампы оконечного каскада. В оконечном каскаде при



Фиг. 7-7. Принципиальная схема приемника „Москвич-В“.



Фиг. 7-8. Принципиальная схема приемника АРЗ-49.

емника «Москвич-В» работает лучевой тетрод 6V6, а в оконечном каскаде АРЗ-49 — 30П1М.

Выходная мощность приемника «Москвич-В» равна 0,5 *вт* при коэффициенте нелинейности 7% и выходная мощность АРЗ-49 — 0,6 *вт* при коэффициенте нелинейности 10%. Выходные трансформаторы приемников имеют добавочные витки, ослабляющие в динамиках фон переменного тока (стр. 142). Выпрямление переменного тока в приемниках осуществляется селеновыми выпрямителями с автотрансформаторами АТР. В приемнике «Москвич-В» переменное напряжение на селеновый выпрямитель подается с концов обмотки автотрансформатора и равно 220 *в*. В приемнике АРЗ-49 на селеновый столбик подается напряжение 127 *в* с части витков обмотки автотрансформатора АТР. От последнего питается также накал приемно-усилительных ламп и маленьких лампочек накаливания, освещающих шкалы настройки приемников. Переключение приемников на то или иное напряжение сети производится плавкими предохранителями: при напряжении сети 110—127 *в* вставляется предохранитель Pr_1 , включающий в сеть часть витков обмотки автотрансформатора АТР; при напряжении сети 220 *в* устанавливается предохранитель Pr_2 и при этом обмотка автотрансформатора включается в сеть полностью. Включение и выключение питания приемника осуществляется выключателем V_k , объединенным конструктивно с регулятором громкости.

Сглаживающий фильтр состоит из двух электролитических конденсаторов C_{22} и C_{26} и сопротивления R_{12} , включенного последовательно с дополнительной секцией первичной обмотки выходного трансформатора Tr .

Смещение на управляющую сетку лампы 6V6 оконечного каскада приемника «Москвич-В» создается падением напряжения на сопротивлении R_{12} , включенном между катодом этой лампы и минусом выпрямленного напряжения, а смещение на сетку лампы 6Б8 — падением напряжения на сопротивлении R_7 , включенном таким же образом. В приемнике АРЗ-49 смещение на сетки ламп 6Б8 и 30П1М осуществляется через сопротивление R_{12} , включенное в цепь общего минуса этих ламп. Изменяющееся по величине смещение на сетки ламп 6А10 и 6Б8 для осуществления АРЧ приемника подается на управляющие сетки этих ламп из цепи диодов лампы 6Б8 через сопротивление R_8 .

Конденсатор C_{27} служит защитой от помех из электросети.

Граммофонный звукосниматель включается в гнезда Ad .

7-3. Приемник „Рига В-912“

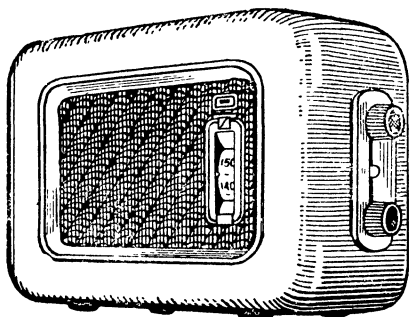
Наша отечественная промышленность разработала и выпускает радиоприемники с питанием от сухих батарей специально для радиофикации сельских местностей, а именно — приемники «Рига В-912» и «Искра-49».

Для питания накала ламп приемника «Рига В-912» нужно иметь всего один сухой элемент, дающий напряжение 0,9—1,4 *в*; например, может быть использован элемент типа 6С-МВД. Расход тока на накал ламп составляет 180 *ма*; кроме того, для питания приемника «Рига В-912» нужна одна анодная сухая батарея с напряжением 80 *в* (например типа БАС-80). При этом приемник удовлетворительно работает даже при уменьшении напряжения анодной батареи до 40 *в*. Потребление тока от анодной батареи составляет 5 *ма*.

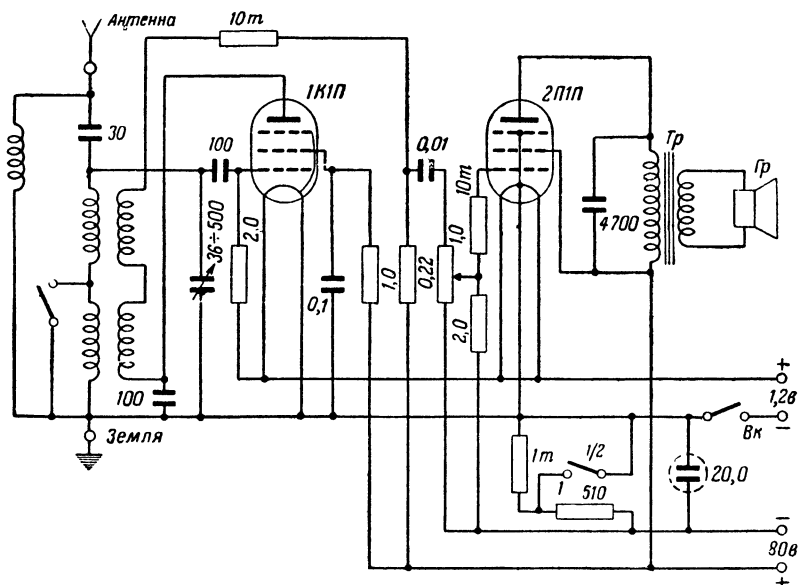
Приемник «Рига В-912» обеспечивает громкоговорящий прием длинноволновых и средневолновых станций центрального вещания на расстоянии до 600—700 км, а также громкоговорящий прием местных (республиканских, областных) радиовещательных станций.

Все ручки настройки и регулирования приемника расположены на его правой боковой стенке (фиг. 7-9). Включение антенны и заземления в приемник производится с задней стороны. Там же выведен кабель для включения батарей.

Диапазоны волн приемника: длинноволновый от 2 000 до 700 м (150—428 кГц) и средневолновый от 600 до 188 м (500—1 600 кГц). «Рига В-912» представляет собой двухламповый регенеративный приемник (фиг. 7-10). В селективном детекторе с обратной связью работает высокочастотный пентод 1К1П и в каскаде усиления н. ч.—пентод 2П1П. Оба пентода — пальчикового типа. Громкоговоритель (динамик) расположен внутри ящика приемника. Выходная



Фиг. 7-9. Общий вид радиоприемника «Рига В-912».



Фиг. 7-10. Принципиальная схема радиоприемника «Рига В-912».

мощность приемника — 70 мвт при коэффициенте нелинейности не более 15%.

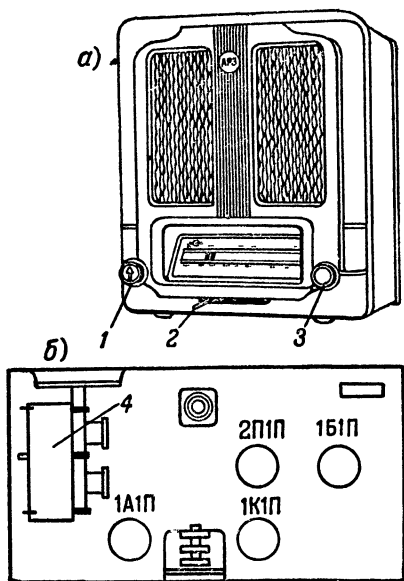
Размеры приемника $275 \times 140 \times 206$ мм. Вес приемника 3,5 кг.

7-4. Приемник „Искра-49“

Приемник «Искра-49» представляет собой четырехламповый супергетеродин. Для этого приемника выпускаются комплекты источников питания в двух вариантах. Первый вариант, рассчитанный на продолжительность работы в течение 1000 час., состоит из одной батареи накала типа БНС-МВД-400 и двух батарей БСГ-60-С-8. Второй вариант комплекта, рассчитанный на продолжительность работы в 300 час., включает в себя одну батарею накала типа БНС-МВД-95 и две батареи БСГ-60-С-2,5.

Батареи накала обоих указанных типов дают необходимое для накала ламп приемника номинальное напряжение в 1,3 в. Приемник сохраняет работоспособность при падении напряжения батареи накала примерно до 0,95 в. Расход тока на приемник от этой батареи составляет около 280 ма.

Каждая батарея БСГ-60-С-8 или БСГ-60-С-2,5 содержит в себе две отдельных батареи: анодную с напряжением в 40 и 60 в и батарею сеточного смещения на 4,5 в. Для удобства включения токонесущие провода батарей обоих типов выведены на панели с восемью гнездами, расположенными сверху батарей. Шнур питания приемника оканчивается специальными вилками, которые включаются в гнезда на батареях. При вставлении вилок шнура в гнезда на батареях содержащиеся в них анодные батареи соединяются между собой последовательно; последовательно соединяются



Фиг. 7-11. а — общий вид приемника „Искра-49“; б — расположение ламп на его шасси; 1 — выключатель питания и регулятор громкости; 2 — переключатель диапазонов; 3 — ручка настройки; 4 — блок конденсаторов переменной емкости.

и сеточные батареи, подавая смещение на оконечный каскад приемника. Возможность ошибочных включений анодных и сеточных батарей исключается тем, что гнезда на панелях и соответствующие им штырьки вилок сделаны разных диаметров. Расход тока от анодных батарей в среднем равен 8 ма.

«Искра-49» обеспечивает прием на наружную антенну большого числа длинноволновых и средневолновых радиовещательных станций. Для приема мощных и близко расположенных станций можно пользоваться комнатной антенной.

На передней стенке ящика приемника «Искра-49» расположены ручки настройки 3, рычажок переключателя диапазонов 2 и общая руч-

ка регулятора громкости и выключателя питания 1 (фиг. 7-11,а). Антенна и заземление включаются в гнезда, находящиеся с задней стороны ящика.

Диапазоны волн приемника «Искра-49»: длинноволновый от 2 000 до 732 м (150—410 кГц) и средневолновый от 576 до 188 м (520—1 600 кГц). В приемнике работают пальчиковые лампы: в преобразователе частоты — геттод 1А1П, в каскаде усиления промежуточной частоты — высокочастотный пентод 1К1П, во втором детекторе и в предварительном каскаде усиления н. ч. — диод-пентод 1Б1П и в оконечном каскаде н. ч. — пентод 2П1П. Расположение ламп в приемнике показано на фиг. 7-11,б. Громкоговоритель заключен в самом приемнике. В оконечном каскаде приемника для улучшения качества звучания применена отрицательная обратная связь. Кроме того, в оконечном каскаде применено специальное устройство, обеспечивающее пониженный расход тока анодной цепью и цепью экранирующей сетки пентода 2П1П при отсутствии передачи или при слабом звучании. Этим достигается значительная экономия расхода электроэнергии от анодной батареи: при отсутствии передачи приемник потребляет от анодных батарей ток около 5 ма.

Максимальная выходная мощность приемника — 0,15 вт при коэффициенте нелинейности, не превышающем 15%. Промежуточная частота приемника 110 кГц.

Размеры приемника 214×148×260 мм. Вес приемника (без батарей) 4,3 кг.

7-б. Уход за радиоприемниками

Радиоприемник, как и всякий технический прибор или аппарат, требует за собой правильного технического ухода.

Прежде всего большое значение имеет место установки приемника. Сырость вредно действует на приемник, так как под действием сырости ухудшается сопротивление изоляции отдельных деталей приемника, в результате чего появляются утечки тока в различных цепях приемника и действие его ухудшается; от сырости окисляются контакты и пайки в приемнике, коробятся и расклеиваются картонные кармасы катушек, коробится и расклеивается деревянный ящик приемника. Поэтому приемник нельзя ставить в сырое место, например, на подоконник, близко к умывальнику и т. п. Не следует ставить на приемник вазы или горшки с цветами, так как случайно пролитая из них вода может повредить не только отделку ящика, но и схему приемника. Держать приемник нельзя также и в жарком месте, например, около печки, так как под действием высокой температуры может покоробиться и расклеиться его деревянный ящик, могут быстро высохнуть и потому перестать действовать батареи приемника. Приемник следует устанавливать в сухом, нормально отапливаемом помещении на столе, на специальной тумбочке или полке в таком месте, чтобы его легко было включать и настраивать, чтобы он был предохранен от случайных ударов, сотрясений и возможности падения, чтобы не приходилось часто его переставлять или передвигать. Рекомендуется подложить под приемник кусок материи, войлока или резины для смягчения возможных толчков.

Вредно на работу приемника влияет также и пыль: она создает утечки в его схеме, служит причиной возникновения шумов и шорохов во время приема, а отсыревшая пыль может вызвать и короткие замыкания в схеме. Поэтому необходимо оберегать приемник от попадания в него пыли и регулярно протирать чистой тряпочкой не только его ящик

и ручки, но и доступные детали внутри ящика. Детали, которые нельзя протереть тряпочкой, а также узкие промежутки между деталями рекомендуется прочищать волосяной кисточкой. Все эти операции нужно проводить только при выключенном приемнике.

Если предполагается не пользоваться приемником почему-либо долгое время, его нужно убрать в коробку, в которой он был куплен, либо завернуть в бумагу, либо накрыть плотным чехлом.

Новый приобретенный приемник нужно прежде всего хорошо изучить: внимательно прочесть прилагаемую к нему инструкцию, ознакомиться с его устройством, усвоить расположение и назначение его ручек управления и порядок пользования ими, размещение электронных ламп, порядок включения источников питания.

Перед включением сетевого приемника нужно проверить, на какое напряжение он включен. В приемниках АРЗ-49 и «Москвич» должны быть вставлены колодки с предохранителями, соответствующие напряжению в данной сети, в приемниках других типов должны быть поставлены в соответствии с прилагаемыми к ним инструкциями перемычки переключателя напряжений сети. Только после внимательного предварительного ознакомления с приемником можно включать его в сеть и настраивать.

Ручки приемника вращаются в определенных пределах. Так, например, вращая ручку настройки в поисках слышимости различных радиовещательных станций, следует внимательно следить за положением указателя шкалы. Когда он дошел до края шкалы, нельзя пытаться вращать ручку настройки дальше в ту же сторону, так как этим можно испортить верньерный механизм.

Нужно твердо запомнить, сколько положений имеет ручка переключателя диапазонов и в какую сторону при каком ее положении можно ее вращать. Если эта ручка не поддается переключению, нужно прежде всего убедиться, в надлежащую ли сторону производится вращение. Вообще, если какая-либо из ручек не поддается вращению, никогда не следует применять усилий, а постараться выяснить причину этой неисправности.

В случае перегорания предохранителя в сетевом приемнике нужно заменить его таким же покупным. Не следует заменять нормальную плавкую предохранительную вставку какими-либо заменителями вроде провололочек, гвоздиком, шпилек и т. п., так как это может привести к повреждению других, более дорогих, деталей приемника.

При перегорании лампы нужно заменять ее лампой такого же типа, не пытаясь поставить на ее место другую какую-нибудь имеющуюся под рукой лампу иного типа. Стекло лампы вынимать и вставлять в приемник можно только держа их за цоколь, но ни в коем случае не за баллон, так как в последнем случае можно оторвать баллон от цоколя и привести этим лампу в негодность.

Если из приемника вынуто сразу несколько ламп, нужно устанавливать их обратно внимательно, чтобы не перепутать их местами, так как неправильная расстановка ламп может повлечь за собой не только прекращение работы приемника, но и более серьезные повреждения, чем перегорание лампы. Вообще же всегда следует вынимать и вставлять лампы при выключенном питании приемника.

Не следует самостоятельно производить каких-либо исправлений, переключений или переделок в приемнике при отсутствии твердых и четких знаний о схеме и работе данного приемника и практических навыках работы с ним.

Во всех мало-мальски сомнительных случаях необходимо обращаться на радиоузел, в радиомастерскую или к квалифицированному радиолюбителю, хорошо знакомому с приемником данного типа.

Указания о порядке и способах обнаружения неисправностей приемников приведены в девятой главе.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ПРИЕМНИКИ РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ УЗЛОВ

8-1. Приемник ПТБ-47

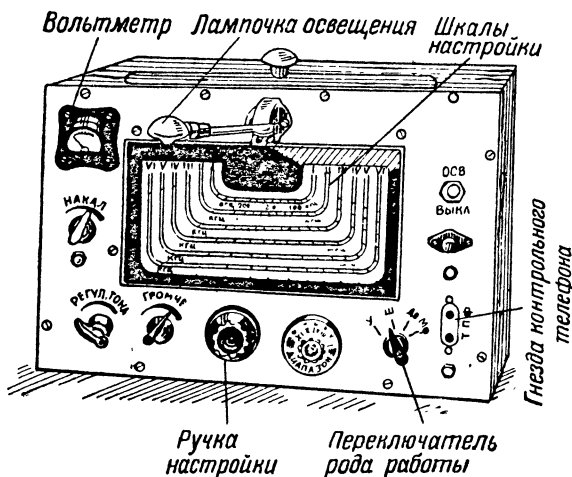
Название этого радиоприемника расшифровывается как «приемник трансляционный, батарейный, образца 1947 г.». Он применяется на радиотрансляционных узлах, строящихся в местностях, не имеющих электрических сетей, и позволяет вести прием радиовещательных станций, работающих в пределах следующих диапазонов:

I диапазон	2 000—740	м	(150—405 кгц)
II "	560—219	"	(535—1 370 кгц)
III "	75—40	"	(4,0—7,5 мгц)
IV "	32,25—30,6	"	(9,3—9,8 ")
V "	26—24,8	"	(11,5—12,1 ")
VI "	20,3—19	"	(14,8—15,6 ")

Для питания приемника необходимы батарея накала с напряжением 2,5 в и анодная батарея с напряжением 120 в. Обычно приемник ПТБ-47 питается от аккумуляторных батарей. Кроме своего прямого назначения, приемник ПТБ-47 может быть использован в качестве предварительного усилителя радиотрансляционного узла при работе от микрофона или граммофонного звукоснимателя.

Конструкция приемника. Общий вид приемника ПТБ-47 спереди показан на фиг. 8-1. Как видно из этой фигуры, на его передней стенке центральное место занимает большая шкала настройки, градуированная в килогерцах и мегагерцах. Под шкалой настройки расположены ручка регулятора громкости, ручка настройки, переключатель диапазонов и переключатель рода работы (радиоприем—звукосниматель—микрофон). Над шкалой настройки расположена на подвижном кронштейне лампочка для освещения шкалы и органов настройки приемника в вечернее и ночное время. Справа от шкалы настройки находится выключатель этой лампочки, гнездо для плавкого предохранителя, включенного в цепь накала, и гнезда для включения контрольного телефона (громкоговорителя приемник не имеет). Слева от шкалы настройки расположен вольтметр для измерения напряжения накала ламп и анодного напряжения приемника, ручка реостата для регулирования напряжения накала ламп и ручка регулятора тона. На задней стенке приемника расположены гнезда для подключения антенны, микрофона, звукоснимателя и входа усилителя радиотрансляционного узла (последние обозначены «линия»). Для присоединения батарей к приемнику прилагается многожильный кабель (шланг), один конец которого заканчивается многополюсной вилкой, включаемой в специальные гнезда приемника, а другой конец с наконечниками (крючками) присоединяется к батареям. На наконечниках проводов кабеля указаны напряжения и полярность батарей, к которым должны присоединяться эти наконечники.

По своей схеме приемник ПТБ-47 представляет восьмиламповый супергетеродин, содержащий один каскад усиления в. ч. с лампой 2К2М, преобразователь с лампой СБ-242 в качестве смесителя и лампой СБ-258 в качестве отдельного гетеродина, два каскада усиления п. ч. (460 кГц) с лампами 2К2М, второй детектор с лампой 2К2М, предварительный каскад усиления н. ч. с лампой 2Ж2М и оконечный каскад с лампой СБ-258.



Фиг. 8-1. Общий вид приемника ПТБ-47.

8-2. Приемник ПТС-47

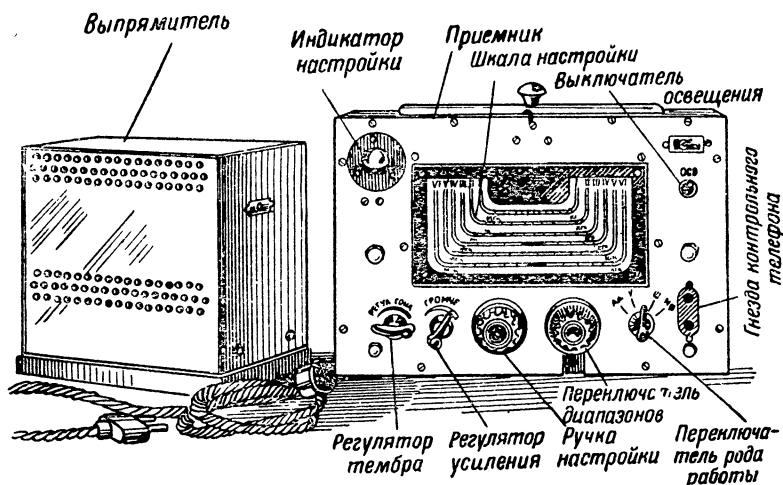
Название приемника ПТС-47 означает: «приемник трансляционный с сетевым питанием образца 1947 г.», т. е. этот приемник предназначен для радиотрансляционных узлов, аппаратура которых питается от сети переменного тока с напряжением 110—127—220 в.

По своему внешнему виду приемник ПТС-47 (фиг. 8-2) мало отличается от описанного выше приемника ПТБ-47. Как видно из этой фигуры, на месте вольтметра на передней стенке ящика приемника находится окошко, через которое виден экран индикатора настройки (лампа 6Е5), отсутствует реостат накала и лампочка для общего освещения передней стенки приемника. Все прочие органы управления приемником ПТС-47 и гнезда для включения антенны, микрофона, граммофонного звукоснимателя и входа усилителя радиотрансляционного узла расположены на тех же местах, как и в приемнике ПТБ-47.

Диапазоны волн приемника ПТС-47 те же, что и у приемника ПТБ-47. Схема приемника ПТС-47 отличается от схемы приемника ПТБ-47 главным образом тем, что в ПТБ-47 применены подогревные лампы. В каскадах усиления высокой и промежуточной частоты работают пентоды 6К7, в смесителе — гептод 6SA7, в гетеродине вспомогательной частоты и в оконечном каскаде н. ч. — пентоды 6Ф6 (у которых аноды соединены с экранирующими сетками, т. е. пентоды работают как триоды). Роль второго детектора выполняет один из диодов двойного диода 6Х6. Эта

же лампа осуществляет и АРЧ. В каскаде предварительного усиления н. ч. работает трехэлектродная лампа 6Ф5.

При использовании низкочастотной части приемника в качестве предварительного усилителя для работы от микрофона последний включается



Фиг. 8-2. Общий вид приемника ПТС-47.

в цепь первичной обмотки специального микрофонного трансформатора, вторичная обмотка которого соединяется через переключатель рода работы с потенциометром регулирования громкости.

Для питания приемника имеется двухполупериодный выпрямитель на кенотроне 5Ц4С; накал приемно-усилительных ламп ПТС-47 осуществляется от специальной обмотки силового трансформатора выпрямителя.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

СТАНЦИИ РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ УЗЛОВ

Любой радиоприемник, если к нему подключить хотя бы несколько громкоговорителей и поставить их в разных местах, является, по существу, радиотрансляционным узлом. Однако мощность радиоприемника позволяет питать от него только небольшое число громкоговорителей. Поэтому для радиофикации большого поселка необходимо после радиоприемника включать усилитель для получения большей мощности. Для включения и выключения радиотрансляционных линий и другого оборудования служат устройства коммутации. Для электропитания приемно-усилительных устройств необходимы источники электрического тока. Таким образом, современный радиотрансляционный узел помимо радиоприемника, усилителей проводов и громкоговорителей нуждается в некотором дополнительном оборудовании.

9-1. Станционное оборудование мало мощного радиотрансляционного узла

Наиболее простое станционное оборудование применяется на мало-мощном колхозном радиотрансляционном узле. Для таких узлов промышленностью выпущены приемно-усилительная установка и 20-ваттное приемно-усилительное устройство типа ВТУ-20.

Станционное оборудование с мало мощной приемно-усилительной установкой

5-ваттная приемно-усилительная установка предназначена для радиодиффузии неэлектрифицированного сельского населенного пункта. Нормально установка рассчитана на включение 25 громкоговорителей типа «Рекорд». Однако при длине абонентской линии не свыше 2—2,5 км такая установка допускает для слушания с пониженной громкостью включение до 100 громкоговорителей типа «Рекорд», при этом на выходе (между установкой и линиями) необходимо включить понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации, равным 2. Подключение мощных уличных громкоговорителей из-за недостаточной мощности установки невозможно.

Установка предназначена для питания от гальванических батарей. Однако ее можно также питать от аккумуляторов, ветроэлектрической установки, через специальную искусственную цепь от телефонной линии и т. д. При оборудовании в дальнейшем в данном населенном пункте сети электрического освещения данную приемно-усилительную установку можно питать и от этой сети через выпрямитель.

Основные электрические данные. Мощность на выходе всей установки 5 вт при коэффициенте нелинейности 10%. При выключении двух ламп на выходе (оставив в каждом плече по одной лампе) получается мощность 3,5 вт. Пользование пониженной мощностью позволяет экономить расход батарей. Напряжение на выходе при нормальной нагрузке—30 в.

Приемно-усилительная установка позволяет принимать длинные волны в диапазоне от 750 м до 2000 м и средние волны в диапазоне от 220 до 570 м при чувствительности приемника 200 мкв.

Источники питания. Анодное напряжение ламп приемника и напряжение экранирующих сеток ламп оконечного каскада равно 120 в, анодное напряжение ламп оконечного каскада—200 в. Общий анодный ток всей установки при отсутствии передачи 25 ма при четырех лампах в оконечном каскаде и 15 ма—при двух лампах. При передаче наибольший импульс анодного тока составляет 74 ма при четырех лампах и 42 ма—при двух лампах. Напряжение накала всех ламп—2 в, общий ток накала—1,65 а при четырех лампах и 1,1 а—при двух лампах.

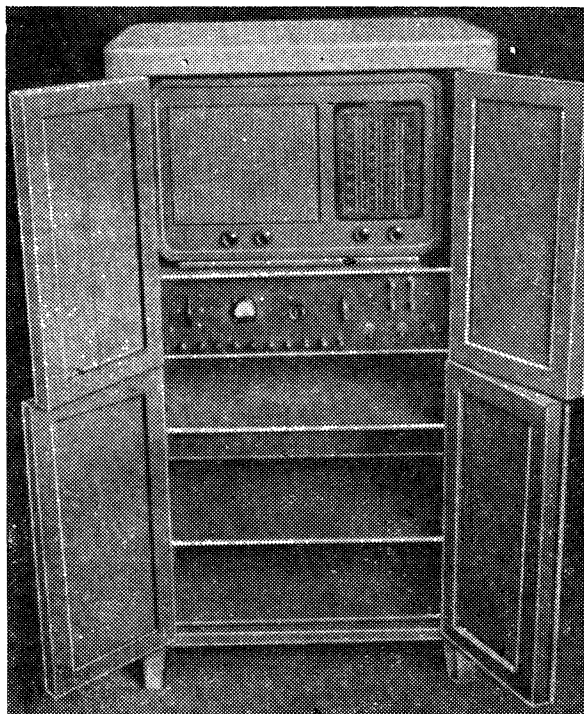
Комплект ламп: СБ-242—1 шт.; 2К2М—2 шт.; 2Ж2М—3 шт.; СО-257—4 шт.; МН-5—1 шт. (неоновая сигнальная лампочка, показывающая включение питания установки).

Конструктивное оформление. 5-ваттная приемно-усилительная установка представляет приемник типа «Родина» с некоторыми дополнениями и изменениями, обеспечивающими увеличенную мощность на выходе. К приемнику добавлен оконечный усилитель на четырех лампах СО-257 с предоконечным каскадом на двух лампах 2Ж2М.

Вся установка смонтирована в шкафу с запирающимися дверками (фиг. 9-1). В этом же шкафу помещаются гальванические батареи.

В настоящее время промышленность взамен снятых с производства 5-ваттных установок выпустила для колхозных радиотрансляционных узлов приемо-усилительные установки мощностью 2,0 *вт* с универсальным питанием.

Приемо-усилительная установка для колхозного узла мощностью 2,0 *вт* содержит в одном небольшом футляре приемник и усилитель (фиг. 9-2).



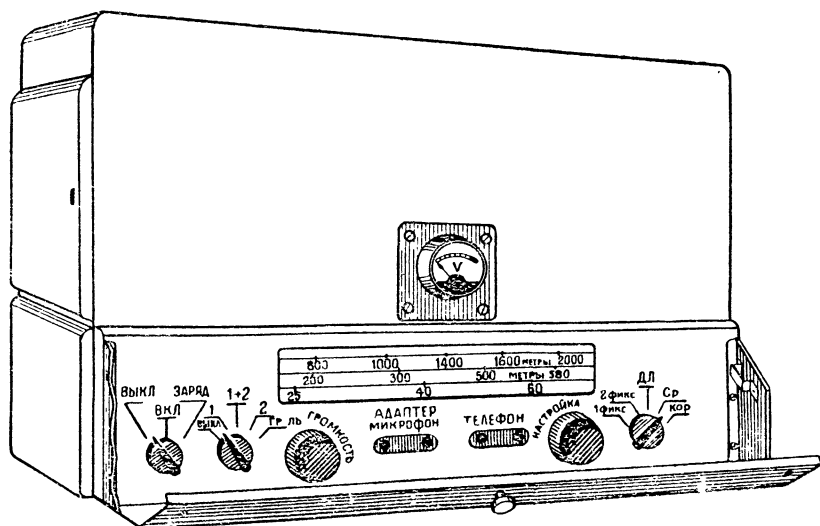
Фиг. 9-1. 5-ваттная приемо-усилительная установка.

В приемнике применены 3 лампы: 1А1П — преобразователь и гетеродин, 1К1П — усилитель промежуточной частоты и 1Б1П — детектор и предварительный усилитель низкой частоты. Кроме плавной настройки в приемнике применена фиксированная (кнопочная) настройка.

Усилительная часть установки состоит из трех каскадов. Оконечный каскад выполнен на двух экономичных двойных триодах 1Н1, соединенных по двухтактной схеме. Предоконечный каскад установки выполнен на одной лампе 1Н1 (оба триода соединены параллельно). Первый каскад выполнен на лампе 1Б1П, соединенной триодом. Мощность на выходе установки составляет 2,0 *вт*. При наличии в оконечном каскаде только одной лампы усилитель дает мощность 1,0 *вт*.

Наибольший анодный ток всей установки—50 *ма*, средний ток во время работы—26 *ма*. Анодное напряжение—120 *в*. Общий ток накала равен 0,6 *а*, напряжение накала —1,2 *в*. Общее среднее потребление мощности всей установки составляет 3,8 *вт*.

Основной источник электропитания установки — трехфазный генератор с линейным напряжением 13 *в*, приводимый во вращение ветродвигателем. Напряжение генератора выпрямляется селеновым выпрямителем. Получающееся после выпрямления постоянное напряжение подается на аккумуляторную батарею с напряжением 12 *в*. Одна секция аккумулятор-



Фиг. 9-2. Приемно-усилительное устройство 2-ваттного колхозного узла.

ной батареи подключена к цепи накала ламп, а другая — через вибрационный преобразователь (см. стр. 217) питает анодные цепи установки.

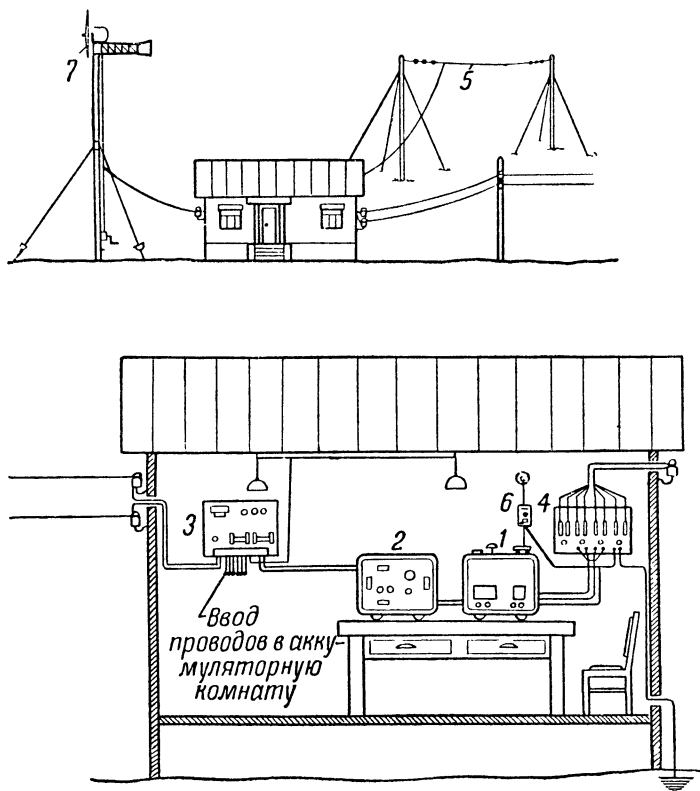
Зарядка аккумуляторов установки может осуществляться также от сети переменного тока. Установка может получать питание и от гальванических батарей. В этом случае она может комплектоваться, например, следующими батареями: две параллельно соединенные батареи БНС-МВД-500 для накала (на 1 000—1 200 час. работы) и шесть последовательно-параллельно соединенных батарей БС-Г-60-С-8 для анодных цепей (на 600—700 час. работы). Для питания цепей сеток необходима батарея с напряжением около 9 *в* (батарея БС-Г-60-С-8 сеточную батарею содержит).

Станционное оборудование 20-ваттного узла

Станционное оборудование 20-ваттного узла с приемно-усилительным комплектом типа ВТУ-20 предназначено также для неэлектрифицированных местностей. В качестве источника электроэнергии для питания этих устройств применяются аккумуляторы, периодически заряжаемые генератором постоянного тока.

Данное усилительное устройство рассчитано на подключение 100 громкоговорителей типа «Рекорд», но при коротких линиях оно может обеспечить достаточную громкость и при включении до 200 таких громкоговорителей (если не будет включен мощный уличный громкоговоритель).

Станционное оборудование содержит радиоприемник типа «Родина» 1 (фиг. 9-3) с пружинным граммофонным устройством и звукоснимателем



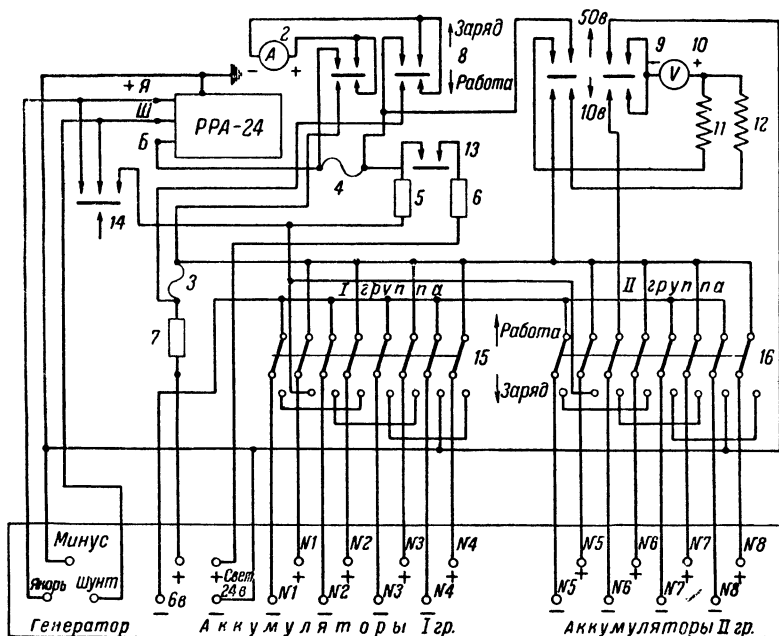
Фиг. 9-3. Станционное оборудование с 20-ваттной установкой типа ВТУ-20.

для передачи записи с граммофонных пластинок, усилитель 2, силовой щит 3, линейный щиток 4, антенну 5 с грозовым переключателем 6, ветроэлектрическую установку 7 и комплект аккумуляторов. Ветроэлектрическая установка содержит ветродвигатель типа ВД-3,5 с генератором постоянного тока типа ГТ-1 000 мощностью 1 кВт и напряжением 24 в.

Силовой щит. На силовом щите расположены все органы управления генератором и зарядом аккумуляторов (фиг. 9-4). Размещенный на щите вибрационный регулятор позволяет поддерживать постоянное на-

пряжение генератора независимо от скорости ветра. Регулятор содержит также реле, предохраняющее аккумуляторную батарею от разряда на генератор (при остановке ветродвигателя).

К силовому щиту подключаются 8 щелочных аккумуляторных батарей 5НКН-100 (гл. 10), составляющих две группы по 4 батареи в каждой группе (аккумуляторные батареи могут быть и кислотные ча соответствующее напряжение и емкость — подробнее о них см. в гл. 10). Каж-



Фиг. 9-4. Схема силового щита установки типа ВТУ-20.

1 — реле-регулятор; 2 — амперметр; 3 и 4 — шунты к амперметру; 5, 6, 7 — предохранители; 8 — переключатель амперметра; 9 — переключатель вольтметра; 10 — вольтметр; 11 и 12 — добавочные сопротивления к вольтметру; 13 — выключатель; 14 — кнопка запуска ветродвигателя; 15 и 16 — переключатель аккумуляторов первой и второй группы.

дую группу аккумуляторов можно включать на заряд отдельно соответствующим переключателем. При переводе переключателя какой-либо группы в положение «заряд» аккумуляторы этой группы автоматически соединяются последовательно и заряжаются от генератора. Ток заряда отсчитывается по амперметру А. При переводе переключателя в положение «работа» аккумуляторы соединяются параллельно, образуя батарею напряжением 6,25 в и емкостью 400 ач. При заряде одной группы вторая включается на работу — питание накала ламп и вибрационного преобразователя (вибромотора) для получения анодного напряжения. При установке переключателя 8 в положение «заряд» амперметр показывает ток заряда, а при установке переключателя в положение «работа» амперметр показывает ток, потребляемый от аккумуляторов. Для

измерения напряжения батарей при заряде и разряде на силовом щите смонтирован вольтметр, который можно подключать к разряжаемой или заряжаемой группе батарей переключателем 9.

Кнопка стартерного пуска 14 служит для запуска ветродвигателя, так как он при слабом ветре не может начать вращаться самостоятельно. Этой кнопкой напряжение от заряжаемой группы аккумуляторов подается на генератор. Генератор, превращаясь в электродвигатель, раскручивает воздушный винт ветродвигателя.

На силовом щите смонтирована кнопка 13 для включения освещения помещения.

Усилитель с блоком питания. Блок питания содержит вибропреобразователь и фильтр для сглаживания пульсаций тока, создаваемых вибраторами. В вибропреобразователе (фиг. 9-5) ток от аккумуляторной батареи периодически переключается колеблющимся контактом вибратора 2 то на одну, то на другую половину первичной обмотки силового трансформатора. Получающийся во вторичной обмотке переменный ток подается то к одному аноду кенотрона 3, то к другому. Выпрямленный ток проходит через фильтр 4, с которого снимается постоянное напряжение 400 в для питания анодных цепей усилителя и 120 в через гасящее сопротивление для приемника. Вибропреобразователь состоит из двух самостоятельных вибраторов с трансформаторами и кенотронами, что уменьшает обгорание контактов и пульсацию анодного напряжения.

Приемник применен типа «Родина» с небольшой переделкой, допускающей не только прием радиопередач на длинных, средних и коротких волнах, но также и передачу граммофонной записи и включение пьезоэлектрического микрофона для местных передач или объявлений.

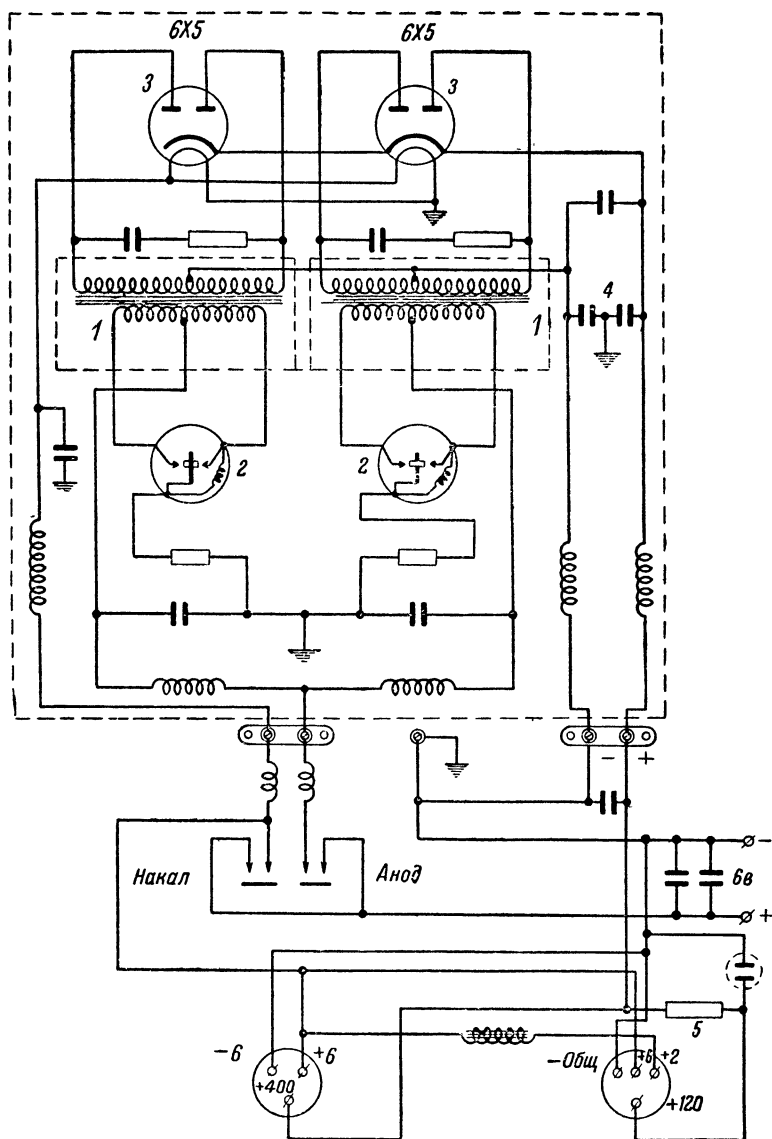
Усилитель характеризуется следующими данными: 1) мощность на выходе—20 вт; 2) выходных напряжений два: 30 в для абонентских линий и 120 в для включения уличного громкоговорителя; 3) нелинейные искажения составляют не более 10%; 4) полоса пропускания частот—от 100 до 6000 гц с неравномерностью 6 дб; 5) потребление тока: по цепи накала (6 в)—3,5 а, по анодной цепи (400 в)—в пределах 100—140 ма.

Усилитель имеет три каскада усиления (фиг. 9-6): фазовращающий (инверсный) каскад на лампе 6Н7, предоконечный каскад на такой же лампе и оконечный каскад на двух лампах 6ПЗ, включенных по двухтактной схеме.

Линейный щиток. Линейный щиток служит для включения и выключения радиотрансляционных линий и размещения устройств грозозащиты. В цепи каждой линии установлен переключатель на 2 положения: «включено» и «земля».

Краткие указания по монтажу. От генератора ветроэлектрической установки к стене доса протягивают укрепленные на изоляторах голые медные провода диаметром 3 мм. К голым проводам около изоляторов присоединяют изолированные провода (например ПР), которые прокладывают через стену в эбонитовых трубках. Снаружи на эбонитовую трубку надевают фарфоровую воронку, а внутри—фарфоровую втулку. Изолированные провода по стене прокладывают на роликах и присоединяют к силовому щиту. К силовому щиту подводят также провода от аккумуляторов, усилителя и приемника.

Аккумуляторы размещают на стеллаже, т. е. специальной деревянной скамейке—полке в отдельной комнате, соседней с той, где установлен силовой щит (более подробно о стеллаже сказано ниже в описании 100-ваттного оборудования). Если же для аккумуляторов отдельную ком-



Фиг. 9-5. Схема блока питания установки ВТУ-20.

1 — силовой трансформатор; 2 — вибратор; 3 — кенотрон; 4 — фильтр; 5 — гасящее сопротивление.

нату выделить нельзя, то необходимо сделать плотно закрывающийся шкаф с вентиляционной трубой, выходящей наружу. Проводку от аккумуляторов к силовому щиту делают проводом ПР диаметром не менее 3 мм на роликах или в трубах с металлической оболочкой.

Блок питания и усиления соединяют с силовым щитом изолированным проводом диаметром 2,5—3 мм. Приемник и блок питания и усиления устанавливают на одном столе. Линейный щиток устанавливают на стене около вывода радиотрансляционных линий. Если радиотрансляционные линии — подземные, то от линейного щитка наружу выходят провода, проложенные в земле. При воздушных линиях от щитка выводят изолированные провода типа ПР, которые присоединяют к воздушным проводам у изоляторов, установленных снаружи на стене. Изолированные провода либо укрепляют на роликах, либо прокладывают в трубах с металлической оболочкой.

Включение оборудования. Переключатель заряженной группы аккумуляторов переводят из положения «заряд» в положение «работа» и проверяют напряжение батареек. Переводят на заряд вторую группу. Включают напряжение накала на вибропреобразователь и через 1—2 мин. включают анодное напряжение. Эта выдержка времени необходима для разогрева ламп усилителя, чтобы вибропреобразователь не работал вхолостую (при работе вхолостую могут пробиться электролитические конденсаторы фильтра).

Переключатель 41 (фиг. 9-6) комбинированного измерительного прибора ставят в положение «Анод. напряж.» и измеряют анодное напряжение на усилителе, которое должно быть равно 400 в. Анодное напряжение на приемнике контролируется свечением его неоновой лампочки. Измерив анодное напряжение, переключатель прибора ставят в положение «Выход». Настраивают приемник обязательно при выключенных линиях.

9-2. Оборудование станции 100-ваттного радиотрансляционного узла

В большинстве случаев 100-ваттные радиотрансляционные узлы оборудуют в неэлектрифицированных населенных пунктах. Поэтому в состав станции такого узла входит следующее основное станционное оборудование: 1) радиоприемники ПТБ-47; 2) усилительное устройство ТУБ-100; 3) антенны и заземление; 4) электростанция; 5) аккумуляторные батареи.

Усилительное устройство ТУБ-100

Устройство ТУБ-100 получает электропитание от аккумуляторов и имеет мощность 100 вт (2 усилителя по 50 вт), что обеспечивает хорошую громкость при включении 500—1 000 громкоговорителей типа «Рекорд». Устройство может работать от динамического микрофона, звуко-снимателя, радиоприемника или телефонной линии, по которой передается программа.

Комплект ламп всей установки ТУБ-100: 6К7 — 1 шт.; 6Н7 — 6 шт.; 6Х6 — 1 шт.; 6П3 — 8 шт. Все устройство ТУБ-100 собрано на одной стойке из угловой стали, высота которой 2 м, ширина 0,53 м, глубина 0,35 м. Общий вес с оборудованием 98 кг. Детали размещены на 7 панелях (нижняя 8-я панель — пустая); кроме того, отдельно от стойки монтируют контрольный динамик и табло студии для сигнализации в студию о включении микрофона и звуко-снимателя. Панели с задней стороны закрыты четырьмя металлическими защитными кожухами. Три верхних

кожуха имеют блокировку безопасности, т. е. специальные контакты, которые при снятии кожухов отключают напряжение выше 240 в с панелей измерений, контроля, входной коммутации, усилителей и аккумуляторов. Поэтому в случае неплотного закрытия кожухов установка работать не будет.

Панель выходной коммутации и линейной защиты (первая сверху) рассчитана на подключение 5 линий. Панель содержит (фиг. 9-7, см. вклейку) 10 предохранителей и 10 грозозащитников¹, а также 5 переключателей, которыми каждую линию можно подключить к установке, включить на измерение или заземлить.

Панель измерений (вторая сверху) предназначена для контроля и измерения выходного напряжения, входного сопротивления линий (сопротивление переменному току частотой 400 гц, измеренное на входе линии), сопротивления изоляции линий. В центре панели расположен многошкальный прибор, а под ним переключатель, позволяющий прибор переключить на любое измерение. Расположенные на панели гнезда позволяют с помощью шнура со штепселем пользоваться панелью как самостоятельным измерительным прибором для измерения каких-либо сопротивлений, а также напряжений. Схема панели показана на фиг. 9-7. Для измерения входного сопротивления линий на панели имеется ламповый генератор.

Для измерения напряжения звуковой частоты ручку центрального переключателя ставят в положение «Выход» первого (1) блока или второго (2) блока в зависимости от того, выходное напряжение какого усилительного блока измеряется. Отсчет делают по 60-вольтовой шкале. Измерение какого-либо внешнего напряжения звуковой частоты (до 3 в) производят при положении переключателя «1БЛ», подавая этим напряжение на гнездо «внешн. изм. 3 вольта».

Для измерения входного сопротивления линии² на частоте 400 гц в пределах 20—2000 ом необходимо: а) переключателем панели выходной коммутации подключить соответствующую линию к измерительной панели; б) центральный переключатель панели измерений поставить в положение «вх. сопр.»; в) вращая правую ручку «Уст. шкалы», установить стрелку прибора на цифру 200 по шкале Z; г) нажимая кнопку «Уст. шкалы», отсчитать по шкале Z величину измеряемого сопротивления в омах и умножить ее на коэффициент, указываемый переключателем умножения («×1», «×3» или «×10»); д) при измерениях каких-либо внешних сопротивлений неизвестное сопротивление включить через гнездо «Внеш. измер.».

Для измерения сопротивления изоляции в пределах 50—100 000 ом необходимо: а) поворотом ручки на панели выходной коммутации в положение «изм.» подключить измеряемую линию к измерительной панели; б) установить переключатель на панели измерений в положение «сопр. изол.»; в) нажав кнопку «Устан. 0» установить ручкой «Устан. 0» стрелку прибора на «0» по шкале R; г) отпустив кнопку, отсчитать величину измеряемого сопротивления в омах и умножить на коэффициент, указываемый положением ручки переключателя умножения

¹ Грозозащитники представляют собой стеклянный наполненный инертным газом баллон, внутри которого смещены два металлических электрода. Один из электродов соединяется с проводом линии, а второй — с землей. При возникновении в проводе значительного напряжения от влияния атмосферного электричества промежутки между электродами пробиваются, и заряды отводятся в землю.

² Входным сопротивлением линии называется ее сопротивление переменному току звуковой частоты, измеренное со стороны станции радиотрансляционного узла.

(«X1» или «X10»). При измерениях внешних сопротивлений неизвестное сопротивление включается между гнездом «Внеш. измер.» и корпусом стойки.

На панели измерений размещены лампы: 6К7 — 1 шт., 6Н7 — 1 шт. и 6Х6 — 1 шт.

Панель управления и контроля. Расположенными на панели органами управления можно: включать анодные аккумуляторы на заряд, включать аккумуляторы накала на заряд, включать и выключать напряжение накала и анода на каждый из оконечных усилителей, включать и выключать накал ламп измерений и микрофонного усилителя.

На панели имеется двухшкальный измерительный прибор ВА (фиг. 9-8), позволяющий определять:

В положении „Заряд аккумуляторов“	Нормальная величина
Напряжение анодных аккумуляторов	70—80 в
„ заряда анодных аккумуляторов	100—120 „
Ток заряда анодных аккумуляторов	4—15 а
Напряжение накальных аккумуляторов	6—6,5 в
„ заряда накальных аккумуляторов	25—36 „
Ток заряда накальных аккумуляторов	12—20 а
В положении „Работа“	
Анодное напряжение	400 в
Экранное напряжение	320 „
Напряжение смещения	40 „
„ накала	6 „

Панель входной коммутации предназначена для переключения аппаратуры на различные виды передач. Переключатель на 5 положений 40 в центре панели (фиг. 9-8) позволяет включить на вход оконечных усилителей телефонную линию (положение «лин.»), идущую, например, из клуба, откуда надо производить трансляцию передачи, приемник (положение «ПР1» или «ПР2» — рабочий приемник или резервный), звукоусилитель (положение «ад») или выход микрофонного усилителя (положение «М») для трансляции передачи из местной студии. На правой стороне панели расположен регулятор громкости, на левой — контрольные гнезда, позволяющие телефонной трубкой проверять работу приемников (гнезда «ПР1» и «ПР2») и передачу, поступающую с телефонных линий (гнездо, «контроль линий»). Переключение с одной линии на другую осуществляется шнуром с двумя штепселями.

Микрофонный усилитель размещен на задней стороне панели. На боковой стенке усилителя имеются зажимы «М» и «З», к которым присоединяют кабель от динамического микрофона. Усилитель работает на одной лампе 6Н7.

Панель усилителей. Позади этой панели на кронштейне размещены два одинаковых оконечных усилителя мощностью по 50 вт каждый (фиг. 9-9).

Прибор МА с переключателем позволяет измерять токи ламп оконечных каскадов и предварительных усилителей. Свечение сигнальных лампочек усилителей указывает на включенное напряжение накала на соответствующий усилитель. Штепсельные гнезда позволяют контролировать передачу на выходе предварительных усилителей. В центре панели усилителей помещен выключатель смещения и сигнальная лампочка (2,5 в), свечение которой указывает на подачу смещения на лампы оконечных усилителей.

Напряжение на вторичной обмотке выходного трансформатора каждого усилителя равно соответственно 30 и 120 в. Для получения полной мощности (50 вт) на вход усилителя необходимо подать напряжение 0,2 в. Воспроизводимый диапазон частот равен от 50 до 7 500 гц при неравномерности 2 дб. При понижении напряжения источников питания на 10% мощность каждого усилителя уменьшается на 35%.

Каждый усилитель (блок) работает на лампах: 6Н7 — 2 шт. и 6П3 — 4 шт. Анодное напряжение усилителя равно 400 в, экранированное напряжение 320 в, анодный ток одного блока при отсутствии передачи 80 ма, наибольший ток (при полной мощности 50 вт) 275 ма, экранированный ток и ток предварительного усилителя при отсутствии передачи 20 ма, при полной мощности 50 ма; напряжение смещения — 40 в.

Панель аккумуляторов служит для переключения аккумуляторных батарей на работу и заряд или их выключения, что осуществляется расположенными на панели переключателями и выключателями (фиг. 9-10). С задней стороны панели расположены контактные колодки, к которым подключают: 10 батарей по 80 в для первой (рабочей) и второй (резервной) группы анодных аккумуляторов установки ТУБ-100, одну батарею 40 в для смещения, одну резервную батарею 80 в, 3 батареи накала по 6 в, 2 батареи по 80 в и 2 по 40 в для анодных цепей двух радиоприемников. С задней же стороны установлены 16 предохранителей на 2 а в цепи каждой батареи анодной (резервной и смещения) и 3 предохранителя по 30 а в цепи каждой батареи накала.

Установленные на панели 3 группы балластных сопротивлений вводятся в цепь заряда накальных батарей в том случае, когда заряжаются не все накальные аккумуляторы одновременно. На общем каркасе расположены добавочные сопротивления для снижения напряжения накальных аккумуляторов, питающих накальные цепи двух приемников ПТБ-47.

Панель реостатов содержит реостаты для регулировки тока заряда аккумуляторов (фиг. 9-10). К четырехконтактной колодке с задней стороны панели подключают провода от заряжающего аккумулятора генератора ЗДН-2500 (120 в и 24 в). При наличии сети постоянного тока вместо генератора можно присоединить провода сети. Вверху панели размещены реостаты анодных и накальных батарей установки ТУБ-100. Внизу панели размещен реостат для регулирования тока заряда резервной и двух 80-вольтных анодных батарей приемников, а также реостат для регулирования тока заряда батарей смещения и двух 40-вольтных анодных батарей приемников.

Табло студии размещают в студии. Внутри табло помещены 2 лампочки, против которых с внешней стороны табло установлены цветные линзы и табличка с надписью о включении микрофона и звукоснимателя. По свечению той или другой лампочки определяют, подключен ли микрофон или звукосниматель.

Размещение и монтаж оборудования

Выбор помещения для станции узла. Выбор помещения для станции узла определяется следующими условиями: а) станция узла должна быть расположена примерно в центре населенного пункта; б) вблизи станции не должно быть источников помех приему (коллекторные электродвигатели, электростанции, медицинская аппаратура и др.). Для определения отсутствия помех в месте предполагаемого строительства станции узла необходимо провести в течение двух-трех суток прием радиовещательных станций, результаты наблюдений занести в журнал и в зависимости от

полученных данных сделать заключение о пригодности помещения; в) смежные строения не должны препятствовать сооружению вывода линий, силового ввода, антенного устройства и других наружных устройств станции узла; г) помещение должно удовлетворять требованиям пожарной безопасности; внутренняя высота помещения должна быть не менее 3 м; в отдельных случаях, как исключение, можно допустить размещение станции узла в помещении высотой 2,75 м; стены помещения могут быть деревянными (бревенчатыми) или каменными; д) для звукоизоляции студии станцию узла нежелательно располагать на улицах с большим движением; е) помещение должно быть сухим, отопляемым, с хорошим естественным освещением; ж) в больших зданиях станцию узла желательно располагать в первом этаже; з) крыша должна быть покрыта огнеупорным материалом и допускать установку на ней мачты антенны; и) электростанцию рекомендуется оборудовать в отдельном каменном здании. При вынужденном размещении ее в деревянном здании необходимо учесть все требования пожарной безопасности, согласовав выбор помещения с органами пожарной охраны.

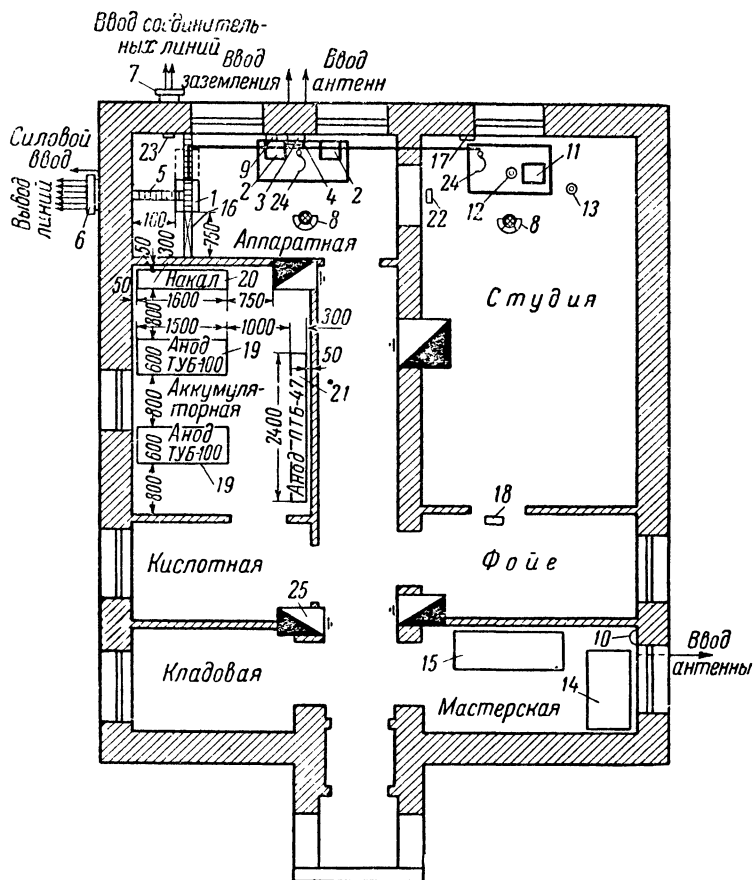
Размещение оборудования. Примерное размещение оборудования станции узла показано на фиг. 9-11. В зависимости от предоставленного помещения распределить комнаты для разного оборудования можно и по-другому, однако взаимное расположение оборудования желательно таким, как это показано на фиг. 9-11.

Как видно на фиг. 9-11, станция радиотрансляционного узла размещается в 7 комнатах. В аппаратной на столе дежурного устанавливают приемники (рабочий и запасной) и стойку ТУБ-100. В студии размещают микрофоны для речевых и музыкальных местных передач и патефон с звукозаписывающей аппаратурой для передачи граммофонной звукозаписи. В аккумуляторной на стеллажах размещают все аккумуляторные батареи. Кислотная комната служит для хранения кислоты (или щелочи). Фойе служит комнатой, где исполнители или ораторы ожидают своего выступления перед микрофоном. В кладовой хранятся станционные и линейные материалы и запасной инструмент. В мастерской производится ремонт собственного оборудования узла и радиоаппаратуры других организаций и отдельных граждан.

При планировании помещений студию делают смежной с аппаратной и в стене между студией и аппаратной оборудуют контрольное окно для наблюдения за исполнителями. Студию располагают в здании так, чтобы она не выходила своими стенами (одной или двумя) в сторону шумной части участка. От внутренних помещений студия должна быть отделена глухой стеной или коридором с наименьшим количеством входов и выходов. Аппаратную и студию не делают проходными. Топка печей не должна выходить в аппаратную, студию или аккумуляторную. Для экономии проводов аккумуляторную желательно располагать в соседней с аппаратной комнате. Дверь аккумуляторной не должна выходить в аппаратную, чтобы вредные газы не попадали на аппаратуру.

Аппаратная. При размещении оборудования в аппаратной аппаратуру размещают так, чтобы монтажные провода между отдельными элементами оборудования получились наиболее короткими и чтобы расположение аппаратуры позволяло наблюдать за ней с рабочего места дежурного техника. Расстояние между стойкой и стеной должно быть не менее 0,7 м.

Вывод воздушных линий наиболее удобно выполнять через стену на кронштейн. Если это сделать затруднительно, линии выводят через крышу на выводную стойку или кабелем на кабельный столб. Ввод телефонных линий и выходные цепи во избежание помех относят друг от друга на



Фиг. 9-11. План расположения станционного оборудования 100-ваттного радиотрансляционного узла.

1—стойка ТУБ-100 (рядом пунктиром показано место для второй стойки); 2—приемники ПТБ-47; 3—щиток переключения антенн; 4—щиток грозозащиты антенны; 5—кабельный мостик (на котором укладывают кабель и провода); 6—выводной кронштейн; 7—вводной кронштейн; 8—сгул; 9—телефонный аппарат МБ; 10—розетка штепсельная, соединенная с выходом ТУБ-100 (для проверки и ремонта громкоговорителей); 11—патефон с звуко-снимателем; 12—динамический микрофон на малой стойке; 13—динамический микрофон на большой переносной стойке; 14—стол монтажника; 15—стеллаж приносной аппаратуры (для ремонта); 16—напольный жолоб для прокладки проводов; 17—плинт; 18—транспарант студии (для сигнализации у входа в студию о том, что там происходит передача); 19—стеллаж анодных аккумуляторов ТУБ-100; 20—стеллаж накальных аккумуляторов; 21—стеллаж анодных аккумуляторов приемников ПТБ-47; 22—табло студии; 23—грозоразрядник № 671 для телефонных линий; 24—осветительная арматура „бра“, однорожковая; 25—печь.

возможно большее расстояние. Ввод антенн располагают вблизи от места установки приемников.

Все оборудование узла расставляют так, чтобы оно было легко доступно для обслуживания, осмотра, замены вышедших из строя деталей. Стойку ТУБ-100 устанавливают на полу, параллельно стене. Для подключения находящихся на столе приемников устанавливают колодку с зажимами, к которым подключают цепи выходов приемников, питания приемников и одну розетку контроля низкой частоты.

Прокладку проводов в аппаратной осуществляют по кабельному мостику и стенам. Кабельный мостик крепят на установленных на стене кронштейнах. Монтаж можно выполнять кабелями марки ТРК и СРГ, а также проводом ПР, шнуром ШР и проводом ТРВК.

Цепи с низким уровнем (цепи микрофона, выходы приемников, телефонные линии и т. д.), должны быть экранированы. Для прокладки этих цепей наиболее пригодны оцинкованные двужильные кабели (ТРК, СРГ). В случае отсутствия кабеля могут быть применены: 1) провод ПР-400, (сечение $0,75 \text{ мм}^2$ в трубках с металлической оболочкой) 2) провода в одной трубке; 3) провод ТПРФ двужильный; 4) шнур ШР в трубках с металлической оболочкой; 5) кабель КСРГ.

Цепи с высоким уровнем экранировать не обязательно, провода каждой цепи перевивают между собой, а при укладке их удаляют от цепей низкого уровня. Для прокладки цепей с высоким уровнем применяют: кабель КСРГ или СРМ, провод ТПРФ, провод ТРВК, провод ПР-400, ПР-1000, ПРГ-1000 в трубках с металлической оболочкой или эбонитовых, перевитой шнур ШР в эбонитовых трубках, провод ПРВГМ. Провод магнето может быть применен при прокладке по кабельному мостику без дополнительной защиты, но он неудобен для свивания. Поэтому его применяют только в крайних случаях и когда параллельно не прокладываются цепи с низким уровнем, например, от выходной коммутации до кронштейна.

Цепи питания приемников — от стойки ТУБ-100 до колодки с зажимами — прокладывают кабелем СРГ или проводом с хлорвиниловой изоляцией (ВРГ или ПРВГМ). Для гибких соединений применяют шнур ШР, провода ШТРО и ШТРОП. Провода, идущие по стенам, крепят скобами. Соединение приемников, звукоусилителя и микрофонов с колодкой и зажимами выполняют шнуром ШР. Шину заземления от ввода прокладывают по плинтусу до антенного, щита мастерской и стойки ТУБ-100 голым медным проводом сечением 10 мм^2 . От шины земли делают отпайки проводом ПР сечением 4 мм^2 ко всем элементам оборудования, подлежащим заземлению: стойке ТУБ-100, щитку грозозащиты антенны, к приемникам, в студию и т. д. Оболочка свинцового кабеля микрофонной цепи во избежание помех должна быть обязательно электрически изолирована. Для этого кабель ТРК микрофонной цепи прокладывают в эбонитовой трубке.

Прокладку всех проводов ведут по кабельному мостику и стенам. Прокладку проводов из аккумуляторной до стойки ТУБ-100 делают в жолобе. Прокладываемые по кабельному мостику провода делят на две группы: в первую входят провода с низким электрическим уровнем, во вторую — все остальные. Провода каждой группы перевязывают в пакеты, укладывают на кабельный мостик и привязывают к его переплетам шпагатом. Провода первой группы укладывают по одной стороне кабельного мостика, провода второй — по другой стороне. Все металлические оболочки кабелей и трубок спаивают между собой и заземляют.

Студия. Наружные стены помещения студии должны обеспечивать необходимую звукоизоляцию помещения, в противном случае это помещение непригодно для студии. Отделяющие студию от аппаратной или фойе внутренние перегородки в случае их непригодности могут быть заменены другими или усилены установкой параллельной или дополнительной перегородки. Если в предоставленном для студии помещении невозможно сделать наглухо окна, то необходимо улучшить их звукоизоляцию установкой рамы с тройными переплетами и застеклением, а также устройством внутренних ставней, закрывающих окно во время передачи из студии. Количество окон в студии должно быть возможно минимальным. Для освещения и вентиляции студии предусматривается одно окно в наружной стене студии, желательно на возможно большем удалении от микрофона. Окно должно иметь большую звукоизоляцию, для чего оконные переплеты застекляются с двух сторон, а оконный прорез должен иметь, кроме того, ставни (наружные или внутренние).

Наиболее подходящим отношением размеров помещения студии являются отношения длины к ширине и ширины к высоте $2,62 : 1,62 : 1$. В крайнем случае можно допустить форму студии от квадратной до с двойным отношением длины к ширине, но высота должна быть выдержана в указанном выше отношении.

Для лучшего звучания стены и потолки студии закрывают звукопоглощающими щитами. Для изготовления таких щитов полотнища хлопчатобумажной ткани пропитывают огнестойким составом, заклеивают с изнанки полосами картона или толстой бумаги и натягивают на легкие деревянные рамы, которые крепят к стенам и потолку студии.

На стене крепят табло студии, сигнализирующее в студию о включении микрофона или звукоснимателя. На стене у стола диктора на высоте 0,5 м от пола укрепляют плинт, к которому с одной стороны подходят провода из аппаратной, а с другой стороны — гибкие шнуры от микрофонов, звукоснимателя и табло студии.

Над входом в студию укрепляют световой транспарант с надписью «Тише, идет передача». На стене на полке крепят контрольный динамик. В стене между студией и аппаратной оборудуют контрольное окно.

Аккумуляторная. Все деревянные и штампованные части, а также стены и вентиляционные каналы покрывают кислотоупорной или щелочепорной краской. Пол покрывают метлахской плиткой или асфальтируют. Потолок должен быть оштукатурен цементным раствором. Вход в аккумуляторную должен иметь тамбур, т. е. двойные двери. При отсутствии специального помещения для работ с электролитом в аккумуляторной должна быть свободная площадь для этой цели. Вентиляция аккумуляторного помещения осуществляется через форточки.

Расстояние между отопительными приборами и аккумуляторами должно быть не менее 1 м. Топка печей должна производиться из коридора или смежного помещения, а отдушины печей не должны выходить в аккумуляторную.

Электропроводку в аккумуляторной выполняют кабелем СРГ, который при выходе из аккумуляторной в аппаратную замуровывают в стене. При выполнении проводки проводом ПР его прокладывают по стенам на кронштейнах с изоляторами и при проходе через стену в аппаратную устанавливают проходной щиток.

В аккумуляторной устанавливают стеллажи, на которых размещают все аккумуляторы — либо кислотные, либо щелочные.

Комплект кислотных аккумуляторов: а) для двух батарей по 400 в и одной резервной группы 80 в — аккумуляторы 10-АС-12 напря-

жением по 20 в и емкостью 12 ач в количестве 44 шт.; емкость двух батарей по 400 в достаточна при работе узла по 10 час. в сутки примерно на 2,5 суток; б) для двух батарей по 120 в и одной 40 в — аккумуляторы 10-АС-12 напряжением по 20 в и емкостью 12 ач в количестве 14 шт. с двухсуточным запасом емкости каждой батареи 120 в и 16-суточным — батареи 40 в; в) для трех батарей по 6 в — аккумуляторные блоки типа ЗНС-110 (или ЗСТП-126) напряжением по 6 в в количестве 3 шт. примерно с 2,5-суточным запасом емкости трех батарей.

Комплект щелочных аккумуляторов: а) для двух батарей по 400 в и одной резервной группы — аккумуляторы 4НН-10 напряжением по 5 в и емкостью 10 ач в количестве 176 шт.; запас емкости двух батарей при 10-часовой работе узла 4 суток; б) для двух батарей по 120 в и одной 40 в — аккумуляторы 32-АКН-2,25 напряжением каждый 80 в и емкостью 2,25 ач: 32-АКН-2,25 — 3 шт.; 64-АКН-2,25 — 2 шт.; запас емкости для батарей 120 в — 8 суток, а для батарей 40 в — 3,5 суток; в) для трех батарей по 6 в — аккумуляторные блоки типа 5НН-100 напряжением по 6,25 в и емкостью 100 ач в количестве 3 шт. с двухсуточным запасом емкости. Аккумуляторы устанавливают на деревянных стеллажах.

С целью уменьшения первоначальных затрат на строительство узла можно ограничиться установкой одного комплекта батарей, вместо указанных выше двух комплектов.

Описание аккумуляторов и электростанций для их заряда см. в гл. 10.

Освещение осуществляется электрическими лампочками автомобильного типа — в аппаратной мощностью 10 вт, а в студии — 3 вт.

Наружные устройства

Выводные и вводные устройства. Выход каждого блока оконечного усилителя подается на панель выходной коммутации и линейной защиты и далее через стену на вводный кронштейн при воздушных линиях или по стене в траншею при подземных линиях (подробно см. в гл. 11). Оконечный блок имеет на выходе напряжение 120 в для подачи в фидерные линии и напряжение 30 в для подачи в абонентские линии.

Для ввода соединительных линий и телефонной линии снаружи на стене устанавливают стальной кронштейн на 2 траверзы. Ввод в аппаратную на электростанции делают так же, как и ввод в помещение электростанции (гл. 10).

Антенные сооружения состоят из Г-образной антенны, антенны типа «наклонный луч» и типа «вертикальный луч». Г-образная антенна предназначена для приема передатчиков мощностью от 20 кВт в радиусе 1 000 км на волнах 600—2 000 м. Антенна «наклонный луч» предназначена для приема передатчиков от 10 кВт в радиусе 500 км на волнах 400—2 000 м. Антенна «вертикальный луч» предназначена для ввода в мастерскую.

В районах, где прием программ радиовещания производится в основном на коротких волнах, рекомендуется применять простую симметричную коротковолновую антенну типа «диполь». Для двоячного приема необходимо оборудование двух коротковолновых антенн типа «диполь», разнесенных на расстояние от 300 до 400 м.

Об устройстве и установке Г-образной антенны см. гл. 4.

Антенну «вертикальный луч» делают из бронзового канатика диаметром 2,9 мм; длина луча — 11 м. Антенну крепят через орешковые изоляторы к общему подъёмному тросу Г-образной антенны.

Антенну «наклонный луч» выполняют из двух одинаковых лучей длиной 11 м каждый (фиг. 9-12). Два луча применяются при одновременной работе двух приемников. Лучи антенны подвешивают на опоре высотой 8 м, устанавливаемой на крыше здания узла. В некоторых случаях возможно использовать эту опору в качестве второй опоры для Г-образной антенны. Для антенны применяют бронзовый канатик диаметром 2,9 мм. Натяжение антенны осуществляется блоком на 100 кг. В верхний конец антенны монтируют два орешковых изолятора, нижний конец антенны закрепляют на изоляторе ТФ-4 в месте ввода в здание.

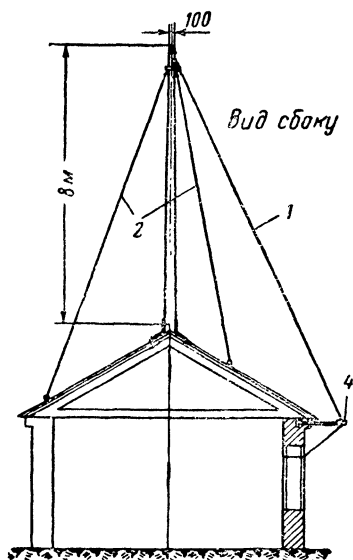
Заземление. На станции радиотрансляционного узла необходимо оборудовать заземление для каркасов аппаратуры и соединения с грозозащитными устройствами (разрядниками). Устройство заземления см. в гл. 4.

При необходимости оборудования 100-ваттного узла в электрифицированном населенном пункте вместо установки ТУБ-100 применяют схожую с ней 100-ваттную установку МГСРТУ-100 (КТУ-100) в стальном шкафу. Эта установка рассчитана на питание от сети переменного тока.

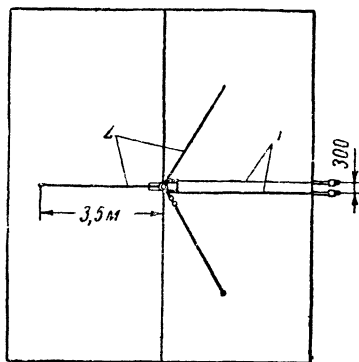
Обслуживание оборудования

После монтажа, проверки всего оборудования, его приемки и получения разрешения от Министерства связи приступают к нормальной эксплуатации оборудования.

При обслуживании установки ТУБ-100 необходимо придерживаться следующего порядка: 1) поставить на заряд все требующие заряда аккумуляторы; в случае, если заряд аккумуляторов накала будет регулярно вестись токами менее 15 а, в каждой группе балластных сопротивлений на панели аккумуляторов следует отключить по одному сопротивлению; 2) если позволяет число радиоточек на узле, включать на работу только один оконечный усилитель (в дальнейшем следует включать усилители попеременно); 3) включить и проверить вольтметром напряжение смещения. При включении смещения выключателем на панели усилителей должна



Вид сверху



Фиг. 9-12. Антенна «наклонный луч».
1 — бронзовый антенный канатик; 2 — оттяжки из стального троса диаметром 4,5 мм; 3 — орешковые изоляторы; 4 — изолятор ТФ-4.

загораться красная лампочка; 4) включить и проверить напряжение накала, при этом должна загореться зеленая лампочка включенного усилителя (блока); 5) включить одну из групп анодных аккумуляторов на работу; 6) проверить вольтметром анодное и экранное напряжения; 7) включить анодное и экранное напряжения на используемый блок выключателем на панели контроля и управления; 8) проверить установку переключателей линий на работу от требуемого напряжения; во время нормальной эксплуатации эти переключатели трогать нельзя, чтобы по ошибке не включить в абонентскую линию напряжения 120 в; переключатели необходимо устанавливать так, чтобы в случае одновременной работы обоих блоков нагрузка на них (число радиоточек) была приблизительно одинаковой; 9) в зависимости от расписания передачи установить переключатель рода работы на панели входной коммутации в соответствующее положение; 10) при передаче с микрофона необходимо за 3—4 мин. до начала передачи включить напряжение накала микрофонного усилителя; при передаче с приемников следует заранее настроить их; 11) отрегулировать по прибору на панели измерений (положение «выход») выходное напряжение и в дальнейшем следить, чтобы показание прибора на пиках передачи не превышало 30 в.

9-3. Оборудование станции мощного радиотрансляционного узла

Наиболее распространенным усилительным оборудованием для мощных сельских радиотрансляционных узлов является устройство ТУ-500.

Узел, оборудованный этим устройством, в электрифицированном (переменным током) населенном пункте содержит основное оборудование: 1) радиоприемники ПТС-47; 2) усилительное устройство ТУ-500; 3) антенны и заземление; 4) распределительный щит. Если станция узла оборудуется в неэлектрифицированном пункте, то для электропитания приемно-усилительных устройств необходимо оборудовать собственную электростанцию, которая отличается от электростанции для 100-ваттного узла лишь типом оборудования, подробно описанным в гл. 10.

В 1949 г. завод приступил к выпуску усовершенствованных устройств ТУ-500-3, в которых по сравнению с ранее выпущенными (ТУ-500-1 и ТУ-500-2) внесен ряд улучшений.

Усилительное устройство ТУ-500-3

Устройство ТУ-500-3 имеет нормальную мощность на выходе 425 вт, что дает возможность включать до 850 радиоточек. На узлах, оборудованных не в районных центрах, к устройству ТУ-500 можно подключить до 1 700 точек.

Вся аппаратура питается переменным однофазным током напряжением 110 или 220 в. Аппаратура позволяет вести передачу с микрофона (из студии), транслировать радиопередачу с приемника, передавать граммофонную запись, транслировать передачи, поступающие с телефонной линии (например, из клуба, театра и др.). Устройство ТУ-500-3 рассчитано на подключение 8 радиотрансляционных линий и имеет следующие основные электрические данные: 1) выходная мощность 425 вт на лампах М-470 и 300 вт — на лампах ГКЭ-100; 2) напряжение на выходе 30 в для абонентских линий и 60, 120 или 240 в для фидерных линий; 3) средняя потребляемая мощность от электросети — 1 200 вт; 4) полоса

воспроизводимых частот от 80 до 8 000 гц при неравномерности ± 3 дб;
5) коэффициент нелинейности на частоте 1 000 гц — не более 5%.

Для работы всего устройства требуется следующий комплект ламп: М-470 — 2 шт. (или ГКЭ-100 — 4 шт.); 6П3 — 4 шт.; 6Г7 — 2 шт.; 6Ж7 — 2 шт.; 6Х6 — 1 шт.; 5Ц4С — 2 шт.; сигнальные — 6,3 в, 0,28 а — 5 шт.; газотроны ВГ-129 — 2 шт.

Конструктивно устройство ТУ-500-3 состоит из стойки предварительного усилителя и коммутации (СПК), стойки мощного усилителя и предоконечного усилителя и пульта студии. Высота каждой стойки 2 м, ширина 53 см и глубина 25 см. Обе стойки состоят из отдельных пачелей, на которых смонтировано все оборудование.

Стойка предоконечного и мощного (оконечного) усилителей (СДМ). Эта стойка помимо мощного и предоконечного усилителя содержит также защитные устройства и систему переключений питающих цепей. На стойке имеется 7 панелей.

Питающее аппаратуру напряжение подается рубильником на автотрансформатор, который позволяет поддерживать его равным 220 в при колебаниях напряжения сети от 170 до 235 в. Если аппаратура подключена к сети 110 в, то это напряжение поддерживается автотрансформатором постоянным при колебаниях напряжения питающей сети от 60 до 125 в. Напряжение регулируют вращением ручки, смонтированной на панели автотрансформатора и выходного трансформатора.

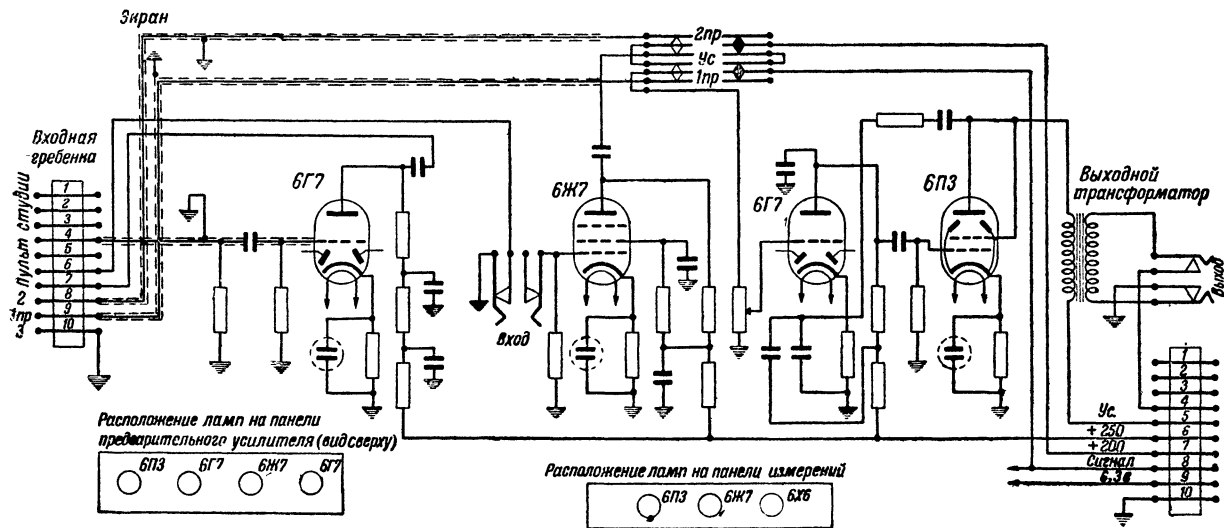
На двух нижних панелях размещен выпрямитель мощного каскада, который включается двумя рубильниками (справа) на панели ламп мощного каскада. Сначала включают рубильник «Накал» и лишь после разогрева газотронов можно включить рубильник «Анод». Эти два рубильника спарены друг с другом так, что нельзя включить анодное напряжение раньше напряжения накала. Также невозможно выключить накал раньше анодного напряжения. При включении накала загорается зеленая сигнальная лампочка, а при включении анодного напряжения — красная (на панели измерительных приборов).

Слева на панели приборов смонтирован прибор, измеряющий анодное напряжение мощного каскада, общий анодный ток мощного каскада и анодные токи каждого плеча мощного каскада. Два ключа для переключения прибора смонтированы на панели ламп мощного каскада: для измерения анодных токов верхний ключ нажимают вверх, переключением нижнего ключа измеряют либо общий анодный ток, либо ток одного плеча каскада, смотря по обозначениям возле ключей. Общий анодный ток отсчитывают непосредственно по шкале, а при измерении тока одного плеча показания шкалы надо делить на два. При нажатии верхнего ключа вниз вольтметр показывает общее анодное напряжение. Во время работы ключи должны быть поставлены в положение, при котором прибор показывает общий анодный ток.

По правому прибору на панели приборов регулируют напряжение сети, вращая переключатель трансформатора.

Прибором, расположенным на панели предоконечного усилителя, измеряют при переключении ключа либо анодный ток любого из плеч предоконечного усилителя, либо общий анодный ток его ламп (в среднем положении ключа). При измерении анодного тока одного плеча вся шкала прибора соответствует 50 ма, а при измерении общего тока — 100 ма.

На панели предоконечного усилителя имеется гнездо «Вход». В случае аварии стойки СПК можно обеспечить передачу, вставив в это гнездо штепсель со шнуром, соединенным, например, с приемником,



Фиг. 9-14. Схема предварительного усилителя стойки СПК.

ния подключена к первой стойке СДМ; 2) рабочее положение — линия подключена ко второй стойке СДМ; 3) линия подключена к панели измерений; 4) оба провода линии заземлены; 5) линия отключена и разомкнута. В устройстве ТУ-500-3 устранен недостаток аппаратуры ТУБ-100 — здесь уже нельзя ошибочно включить переключателем в абонентскую линию повышенное (фидерное) напряжение.

Если необходимо подать в линию повышенное напряжение (при переводе абонентских линий в фидерные), это осуществляется не линейными переключателями, а соответствующей перепайкой на перьях гребенки верхней панели. Переключение входных (телефонных) линий, с которых поступает на узел программа, осуществляется шнурами со штепселями. При работе, например, первой входной линии один штепсель шнура вставляют в гнездо «Выход линии», а другой штепсель этого шнура — в гнездо «Вход» на панели усилителя.

Прибор на панели измерений позволяет производить: 1) измерения изоляции линии и посторонних сопротивлений в пределах от 100 до 100 000 *ом*; 2) измерения входного сопротивления линий переменному току на частоте 400 *гц*, в пределах от 10 до 100 *ом* (первая шкала) и от 100 до 1 000 *ом* (вторая шкала); 3) измерения уровней звуковой частоты (в пределах до 100 *в*) на различных участках усилителя.

На панели смонтированы 4 ключа. Для измерения изоляции линии третий ключ (считая слева направо) ставят в верхнее положение и кнопкой потенциометра регулируют нуль прибора. Гнездо «Омметр» служит для включения штепселем при измерениях каких-либо посторонних сопротивлений. Этим же гнездом пользуются для измерения изоляции входной (телефонной) линии.

Для измерения входных сопротивлений переменному току выполняют следующие операции: 1) линейный переключатель измеряемой линии ставят в положение «Изм.»; 2) четвертый ключ на панели измерений ставят в верхнее положение и проверяют работу генератора, вставляя штепсель телефона в гнездо «Генератор»; 3) третий ключ ставят в нижнее положение; 4) первый ключ ставят в положение, соответствующее измеряемому сопротивлению (т. е. какое сопротивление ожидается — в пределах до 100 *ом* или 1 000 *ом*); 5) второй ключ ставят в нижнее положение и регулятором уровня звукового генератора устанавливают стрелку прибора на красную черту (если стрелка на красную черту не устанавливается, это означает, что входное сопротивление линии больше 1 000 *ом*); 6) второй ключ ставят в среднее положение; 7) определяют по шкале прибора входное сопротивление (учитывая положение первого ключа).

Измерение уровней звуковой частоты осуществляется импульсметром, который можно подключать на вход приемника, вход предоконечного усилителя и на выходной трансформатор мощного усилителя. Переключения осуществляются переключателем «Уровень» на панели управления.

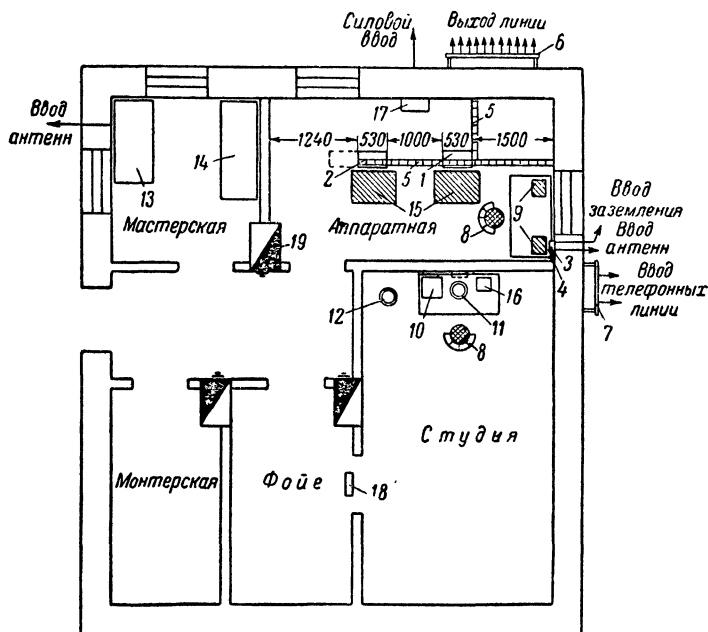
На панели управления имеются также ключи входа двух мощных блоков (усилителей). Рядом с этими ключами смонтированы гнезда для контроля на телефон входа стоек СДМ и ключи для включения всей аппаратуры. При включении одного из этих ключей загорается сигнальная лампочка на пульте студии (ключ рода работы на панели предварительного усилителя должен стоять в среднем положении). На панели звукового контроля смонтирован регулятор громкости контрольного динамика и гнездо для включения контрольного телефона.

Пульт студии. Устанавливаемый в студии входящий в комплект аппаратуры ТУ-500-3 пульт представляет небольшой настольный ящик

с заклонной панелью, на которой смонтированы ключ и сигнальная лампочка. Лампочка сигнализирует о готовности аппаратуры к работе, а ключ служит для включения микрофона или звукоусилителя.

Размещение и монтаж оборудования

Размещение и монтаж оборудования станции 500-ваттного и 100-ваттного радиотрансляционных узлов незначительно отличаются друг от друга. Поэтому мы вкратце остановимся лишь на особенностях размещения аппаратуры 500-ваттного узла.



Фиг. 9-15. План расположения станционного оборудования 500-ваттного радиотрансляционного узла.

1—стойка СПК; 2—стойка СДМ; 3—щиток антенных переключателей; 4—щиток грозозащиты антенн; 5—кабельный мостик; 6—выводной кронштейн; 7—вводной кронштейн; 8—стул дежурного техника; 9—приемники ПТС-47; 10—граммофонное устройство; 11—микрофон; 12—большая переносная стойка для микрофона; 13—стол монтажника; 14—стол приносной аппаратуры; 15—резиновые коврики; 16—пульт студии; 17—силовой щит Щ-20; 18—транспарант студии; 19—печка.

Эта аппаратура получает питание либо от местной сети переменного тока, либо от собственной электростанции переменного тока. Последнюю, как правило, строят только, если радиофицируемый населенный пункт не электрифицирован. Как и при 100-ваттном узле, для электростанции выделяют отдельное помещение или строят его заново недалеко от помещения станции узла (в том же дворе). Типовое оборудование электростанции указано в гл. 10. Аппаратура ТУ-500-3 не требует аккумулятор-

ных батарей, поэтому при выборе помещения для станции узла не нужно предусматривать аккумуляторную комнату для разведения электролита и хранения кислоты.

Один из возможных вариантов размещения оборудования показан на фиг. 9-15. Стойки СПК и СДМ устанавливают на полу в аппаратной на расстоянии 1 м друг от друга и 0,7—1,2 м от стены. На столе дежурного техника в аппаратной размещают два приемника ПТС-47, из которых один рабочий, а второй — запасной. В остальном выбор помещений, монтаж аппаратуры, оборудование выходных устройств, антенных сооружений и заземления ничем не отличаются от описанного выше для 100-ваттного узла.

Обслуживание оборудования

После монтажа, проверки оборудования, его приемки и получения разрешения от Министерства связи приступают к нормальной эксплуатации оборудования.

Включение аппаратуры ТУ-500-3 производят в следующем порядке: 1) включают рубильник «Осн. фидер» на стойке СДМ; 2) включают рубильник «Накал», при этом должна загореться левая (зеленая) сигнальная лампочка на панели приборов; 3) вращая ручку переключателя автотрансформатора, устанавливают питающее напряжение так, чтобы стрелка вольтметра находилась в пределах красной черты. В этом положении стрелку надо поддерживать во все время работы узла; 4) проверяют анодные токи ламп предоконечного усилителя. Лампы надо подбирать так, чтобы эти токи были равны, что будет иметь место в том случае, когда во всех положениях переключателя миллиамперметра стрелка его показывает одну и ту же величину; 5) ключом «Вкл. ВУС» на панели звукового контроля включают выпрямитель предварительного усилителя; одновременно с этим включаются и приемники; включают накал ламп предварительного усилителя, устанавливая ключ «Накал усилителя» в верхнее положение, при этом на панели предварительного усилителя загорается сигнальная лампочка; 6) настраивают приемник и подключают его к усилителю, устанавливая ключ на панели предварительного усилителя в положение, соответствующее этому приемнику («1 пр.» или «2 пр.»); 7) проверяют выход предварительного усилителя, на телефон, включая его штепсель в гнездо «Выход» на панели предварительного усилителя, на громкоговоритель, устанавливая переключатель «Контроль» в положение «Предв. ус.», и на прибор (импульсметр), устанавливая переключатель «Уровень» в положение «Предв. ус.»; 8) поддерживают газотроны под напряжением накала 10 мин. (в случае, если в аппаратной холодно, а также для новых газотронов, впервые включаемых — 30 мин.) и лишь после этого включают рубильник «Анод», при этом загорается правая (красная) сигнальная лампочка на панели приборов; 9) проверяют анодное напряжение и анодные токи ламп мощного каскада. Лампы должны быть подобраны так, чтобы во всех положениях переключателя амперметра стрелка его оставалась на одном месте; 10) контролируют выход оконечного каскада. Для проверки на громкоговоритель переключатель «Контроль» на панели управления ставят в положение «1 блок» или «2 блок», а ключ громкоговорителя на панели управления — в положение «ПУ». Для проверки на прибор (на импульсметр) переключатель «Уровень» на панели управления ставят в положение «1 блок»; 11) устанавливая переключатель каждой линии в положение «1 блок» или «2 блок», подключают линии к усилителю; 12) прове-

ряют работу усилителя за линейными предохранителями, устанавливая ключ громкоговорителя на панели звукового контроля в положение «Контроль линии», а переключатель «Контроль линии» на панели коммутации и защиты на соответствующую линию.

Выключают аппаратуру в обратном порядке: сначала выключают рубильник «Анод», а затем рубильник «Накал».

Нормальный режим аппаратуры, который необходимо поддерживать в процессе работы, характеризуется следующими величинами:

1. Анодное напряжение оконечного (мощного) каскада при лампах М-470 и ГКЭ-100 (ГДЭ1): при отсутствии сигнала $1,6 \div 1,7$ кВ; при сигнале средней силы $1,5 \div 1,6$ кВ; при наиболее сильном сигнале $1,45 \div 1,55$ кВ.

2. Общий анодный ток мощного каскада: при отсутствии сигнала 160 мА (с лампами М-470) и $160 \div 240$ мА (с лампами ГКЭ-100); при сигнале средней силы 300 мА (с лампами М-470) и $200 \div 440$ мА (с лампами ГКЭ-100); при наиболее сильном сигнале 600 мА (с лампами М-470) и $400 \div 500$ мА (с лампами ГКЭ-100).

3. Напряжение смещения мощного каскада: при лампах М-470 равно —200 В; при лампах ГКЭ-100 в отсутствии сигнала —75 В; при сигнале —80 В.

4. Общий анодный ток предоконечного усилителя: при отсутствии сигнала 45 — 55 мА; при сигнале средней силы 50 мА; при наиболее громком сигнале до 60 мА; анодное напряжение 380 В; напряжение смещения — 35 В при отсутствии сигнала и —38 В при сигнале.

5. Анодное напряжение в предварительном усилителе: 4-й каскад 280 В, 3-й и 2-й каскад 50 В и 1-й каскад 100 В.

Анодный ток в предварительном усилителе: 4-й каскад 30 мА при отсутствии сигнала и 35 мА при сигнале; 3-й каскад 0,3 мА при отсутствии сигнала и 0,5 мА при сигнале; 2-й каскад 0,8 мА при отсутствии сигнала и 1 мА при сигнале; 1-й каскад 0,5 мА. Напряжение смещения 4-го каскада предварительного усилителя — 26 В, 3-го каскада — 2 В, 2-го каскада — 3,5 В, 1-го каскада — 1,5 В.

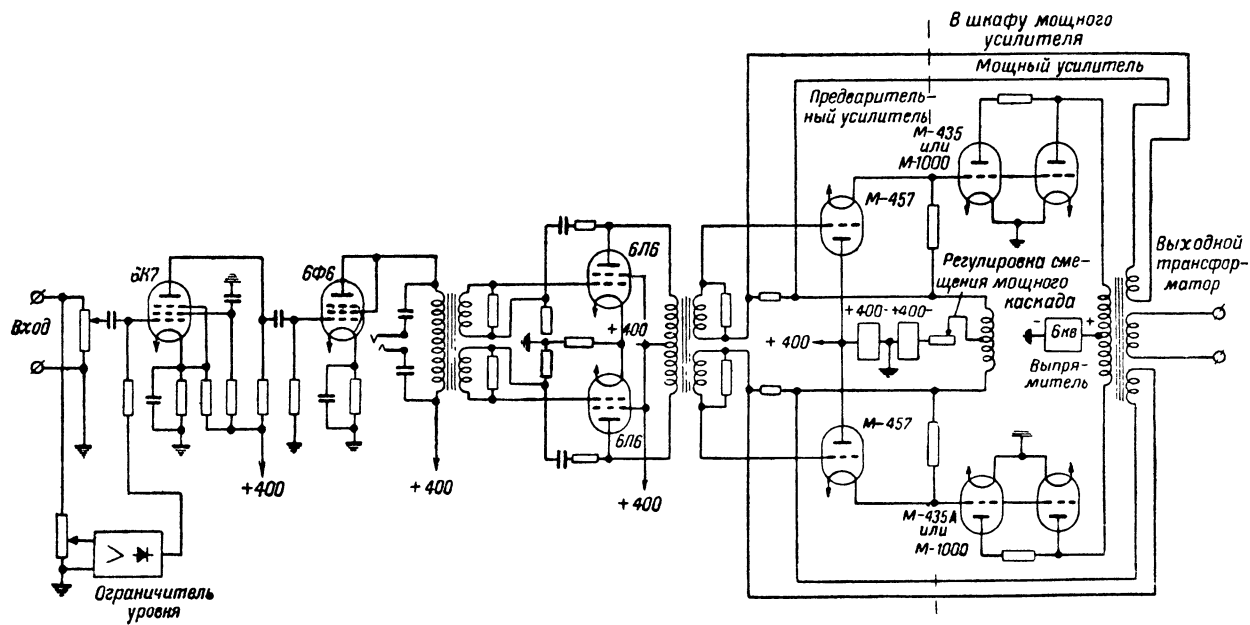
6. Анодный ток генератора 4 мА; усилителя генератора 25 мА.

Усилительное устройство ТУ-5

Для наиболее мощных сельских радиотрансляционных узлов, обслуживающих нередко территорию целого района, применяют усилительное устройство ТУ-5, оконечный усилитель этого устройства работает на 4 лампах М-435А (или М-1000) и отдает мощность свыше 5 кВт, что достаточно для питания радиотрансляционной сети в 10 000 радиоточек. Все устройство ТУ-5 состоит из шкафа с мощным усилителем и выпрямителем и стойки предоконечного усилителя.

Упрощенная схема устройства ТУ-5 показана на фиг. 9-16. Изображенный на схеме в виде прямоугольника выпрямитель мощного усилителя работает на 3 газотронах ВГ-237, т. е. требует наличия трехфазной сети. Потребляемая мощность при наиболее громком сигнале равна 14 кВт.

Устройство ТУ-5 построено на уровне современной техники, снабжено всеми необходимыми измерительными приборами для контроля его работы и измерения линий. Обслуживание всего устройства достаточно просто и почти ничем не отличается от обслуживания 500-ваттного оборудования. Оборудование станции 5-киловаттного узла, по существу, также мало отличается от оборудования станции 500-ваттного узла.



Фиг. 9-16. Упрощенная схема усилительного устройства ТУ-5.

9-4: Общие сведения по эксплуатации станционного оборудования

Радиотрансляционный узел в отличие от радиоприемника обслуживает не одного радиослушателя или его семью, а сотни и тысячи радиослушателей. Поэтому эксплуатацию радиотрансляционного узла надо осуществлять очень внимательно, не допуская непредвиденных перерывов и плохого качества передачи. Чтобы станционное оборудование работало хорошо и бесперебойно, необходимо соблюдать правила эксплуатации, основные из которых приводятся ниже.

Обслуживание приемников и антенных устройств

Ведение радиоприема. За 10 мин до начала трансляции необходимо проверить исправность радиоприемных устройств настройкой обоих приемников на основную и резервную волны, рекомендуемые Министерством связи, и по находящимся на предварительной аппаратуре приборам установить нормальный уровень. При отсутствии специальных приборов уровень устанавливается на-слух. Категорически запрещается производить настройку или подстройку приемника при работе его на трансляционную сеть. Настройку можно производить только на резервном отключенном от сети приемнике. При появлении помех радиоприему надо перейти на прием другой волны, свободной от помех.

До включения рабочего радиоприемного устройства на линию должна быть проверена исправность резервного радиоприемника, который также должен быть настроен на транслируемую программу и на его выходе установлен нормальный уровень. После этого резервный радиоприемник можно отключить и оставить готовым к замене в любой момент рабочего приемника.

Если по программе работы узла требуется переходить с трансляции одной радиостанции на трансляцию другой и продолжительность перерыва между трансляциями менее 10 мин., то не позднее чем за 10 мин. до начала следующей трансляции дежурный должен включить резервный приемник на резервную антенну, настроить его на волну подлежащей трансляции радиостанции, проверить качество приема этой радиостанции и установить на выходе приемника нормальный уровень. Контрольный громкоговоритель при передаче должен быть включен постоянно.

По окончании приема наружные антенны необходимо заземлять. Во время сильной грозы в районе радиотрансляционного узла прием надо прекращать, а антенны и трансляционные линии заземлять.

Прием транслируемых передач необходимо вести в строгом соответствии с установленным расписанием и программой работы радиотрансляционного узла. Нельзя транслировать по сети какие-либо другие радиостанции, не предусмотренные расписанием. Программу транслируемых передач составляют местные органы Комитета радиоинформации при Совете Министров СССР (Радиокомитет).

Ремонт. Для поддержания оборудования в исправности установлены два вида ремонта его: а) текущее содержание (планово-предупредительный ремонт); б) средний ремонт.

В состав текущего содержания входит: а) ежедневная чистка аппаратуры от пыли; б) проверка качества приема; в) замена электронных ламп при неудовлетворительном качестве приема из-за их неисправности; г) проверка надежности и улучшение контактов цепей питания; д) проверка органов управления приемных устройств, устранение люфта и замена негодных ручек; е) периодический осмотр наружных частей ан-

тенных сооружений (не реже одного раза в 3 мес.); ж) осмотр наружных частей антенных сооружений после сильных штормов, гроз и гололеда и производство необходимых исправлений; з) проверка надежности заземления (наружным осмотром); и) проверка исправности предохранителей, разрядников и переключателей на антенном щите и устранение замеченных недостатков.

В состав среднего ремонта приемников и антенных сооружений входят: а) замена изношенных деталей приемных устройств (переменных сопротивлений, переключателей, конденсаторов и т. д.), связанная с нарушением схемы; б) регулирование и настройка приемных устройств; в) замена неисправных цепей питания приемных устройств; г) замена неисправных проводов антенны и снижения; д) замена неисправных оттяжек, хомутов и т. д.; е) полная или частичная реконструкция антенного щитка. Средний ремонт радиоприемников следует производить в специальных мастерских или лабораториях.

Обслуживание усилительного оборудования

Порядок включения и выключения. Перед включением аппаратуры дежурный обязан проверить осмотром исправность предохранителей, надежность контактов в зажимах, штепсельных розетках, ключах и других местах соединений проводов вещательного тракта, привести всю аппаратуру в состояние готовности к работе (надеть кожухи на панели аппаратуры, закрыть все дверцы, связанные с блокировкой и сигнализацией, и т. д.).

При включении усилителей нужно соблюдать следующую последовательность: а) включить аппаратуру в соответствии с правилами ее включения (см. выше); б) проверить качество звучания на телефон или контрольный динамик (не включая распределительную сеть) и установить нормальный уровень передачи; в) в установленное расписанием время включить радиотрансляционную сеть.

Во время передачи дежурный обязан следить за качеством работы узла по звучанию контрольного говорителя, по измерительным приборам и индикаторам, за питающим аппаратуру током и напряжением, а также уровнем звуковой частоты, обеспечивая их нормальное значение.

По окончании работы надо: а) выключить всю аппаратуру; б) выключить и заземлить провода всех радиотрансляционных линий; в) поставить все ключи и штепсель в исходное положение; г) заземлить антенну; д) при необходимости поставить аккумуляторы на зарядку; е) тщательно проверить всю аппаратуру и приборы и в случае обнаружения неисправностей принять меры к их устранению.

Ремонт. В состав текущего содержания (планово-предупредительного ремонта) оборудования входят ежедневно: а) проверка состояния линии по установленным нормам Министерства связи; б) проверка соответствия режима аппаратуры установленным нормам; в) чистка аппаратуры от пыли; г) проверка и исправление контактов; д) проверка и исправление соединительных и коммутаторных шнуров; е) проверка и замена неисправных предохранителей; ж) проверка исправности радиоприемников (рабочего и резервного); з) устранение мелких повреждений в монтаже (пайка, изоляция) — немедленно по обнаружении; и) проверка исправности блокировки безопасности; к) проверка и устранение люфта в ручках (немедленно по обнаружении, но не реже одного раза в неделю); л) чистка контактов ключей, переключателей и т. д. (по мере надобности).

Запрещается производить ремонт и чистку аппаратуры во время ее работы.

Средний ремонт оборудования должен производиться по мере надобности, но не реже одного раза в 3 года.

В состав среднего ремонта входят: а) замена и ремонт пришедших в негодность деталей оборудования; б) частичная замена кабельной проводки в аппаратной, цепях электропитания, сигнализации, блокировки и т. п.; в) частичный перемонтаж с заменой некоторых деталей (ключей, реле и т. п.); г) проверка, регулирование, ремонт и замена испорченных измерительных приборов и реле.

Капитальный ремонт аппаратных производится по мере надобности.

В аппаратуре всегда должны быть нормальные для данной цепи заводские предохранители. При отсутствии заводского предохранителя временно можно установить перегоревший предохранитель с напаянным в нем отрезком проволоки. Проволоку надо брать такого диаметра, при котором бы она плавилась как только ток увеличится в 1,5 раза по сравнению с нормальным. Если предохранительную проволоку брать на значительно больший ток, чем нормальный, могут перегореть обмотки в аппаратуре, а не предохранитель.

Проволока различного диаметра плавится приблизительно при следующих токах:

Диаметр проволоки для предохранителя, мм		Плавится при токе, а	Диаметр проволоки для предохранителя, мм		Плавится при токе, а
Медная проволока	Стальная проволока		Медная проволока	Стальная проволока	
0,05	0,12	1	0,33	0,72	15
0,09	0,19	2	0,41	0,87	20
0,11	0,25	3	0,47	1,01	25
0,14	0,3	4	0,51	1,15	30
0,16	0,42	5	0,62	1,39	40
0,25	0,55	10	0,72	1,61	50

Описание эксплуатации аккумуляторов и электростанций приведено в гл. 10.

9-5. Отыскание и устранение повреждений в станционном оборудовании

Наиболее часто встречающиеся повреждения в станционном оборудовании это — нарушение электрического контакта и обрывы проводов. Нарушения контактов обычно получаются в результате отламывания проводника у места его припайки, а также вследствие загрязнения и окисления соприкасающихся поверхностей (в ключах, переключателях и т. п.). Обрывы чаще всего случаются в шнурах у места присоединения к штепселю.

Нахождение неисправности в коммутационных устройствах не представляет затруднений: имея под руками схему устройства, надо омметром последовательно проверить отсутствие разрыва электрических цепей и в первую очередь тех из них, которые проходят через ключи, переключатели и другие подобные разрывающиеся при работе контакты. При отсутствии омметра исправность цепи можно определить пробником или

электрической лампочкой с батареей, например, от карманного фонаря, — при исправной цепи включенная последовательно с нею лампочка должна гореть. Пробник — это обычный вольтметр со шкалой 3—5 в, соединенный последовательно с батареей; одним концом (от вольтметра) и вторым (от батарейки) такой пробник присоединяют к испытываемой цепи.

Когда неисправная цепь найдена, для определения места повреждения в ней надо присоединить омметр (или лампочку с батареей) одним концом к середине неисправной цепи, а другим — сначала к одному концу цепи, а затем — к другому, и узнать, в какой половине цепи произошла неисправность. Далее оставшуюся половину цепи с неисправностью делят опять пополам либо, если цепь небольшая, сразу проверяют ее контакты, подключая параллельно к каждому контакту омметр. При подключении к неисправному контакту стрелка омметра либо совсем не дает отклонения, либо показывает большое сопротивление. Для восстановления контакта надо очистить соприкасающиеся поверхности или произвести соответствующую пайку.

Труднее отыскать повреждение в приемниках и усилителях. Прежде чем приступать к отысканию повреждений в неработающем приемнике или усилителе, надо убедиться в том, что электропитание подается нормально и что предохранители и лампы целы и надежно включены. Перегорание предохранителей и ламп — наиболее часто встречающаяся неисправность. Перегоревший предохранитель легко определить внешним осмотром; перегоревшая стеклянная лампа при включенном питании не светится, а металлическая — остается холодной.

Неисправности радиоприемников

При отсутствии специальных приборов и должной практики отыскать и устранить можно только сравнительно простые неисправности радиоприемника. Лампа может не перегореть, но может быть неисправной (потеря эмиссии). Поэтому надо поочередно взамен каждой лампы включать такую же новую. Если при поочередной замене ламп работа приемника не восстанавливается, приступают к более тщательной проверке. Для отыскания повреждения надо либо хорошо знать схему приемника, либо иметь ее под руками.

Быстрому нахождению повреждения способствует знание обстоятельств, при которых приемник вышел из строя. Например: если приемник после нескольких лет нормальной работы стал трещать при переключениях диапазона, то, очевидно, стерлись или ослабли контакты переключателя; если в последнее время начал сильно нагреваться силовой трансформатор, повидимому, неисправны конденсаторы фильтра или оконечная лампа, и т. д. Нередко плохая работа приемника объясняется не его неисправностью, а внешними условиями: плохая антенна, сильные помехи радиоприему от различных источников помех и т. д. (нередко источником помех являются газотроны усилительной аппаратуры радиотрансляционного узла — для борьбы с такими помехами известно несколько методов).

Для отыскания неисправностей в приемнике прежде всего надо вынуть шасси приемника из ящика и осмотреть монтаж, чтобы проверить, нет ли явных обрывов или других неисправностей. Если внешним осмотром неисправность обнаружить не удалось, надо проверку всякого приемника начинать с конца схемы, т. е. с системы питания, и постепенно подвигаться к началу схемы, т. е. к антенне, в такой последовательности:

питающая часть, усилитель звуковой частоты, второй детектор и усилитель промежуточной частоты, преобразователь, усилитель высокой частоты.

Если питание исправно (обрывов в щуре нет, лампы все горят, кенотрон не перегревается и т. п.), нужно проверить работу усилителя звуковой частоты после второго детектора. Для этого касаются пальцем одного из гнезд звукоприемника или сетки первой лампы усилителя звуковой частоты: усилитель исправен, если в громкоговорителе или телефоне при этом слышен сильный шум или свист.

Далее проверяют наличие приема с антенны, лучше всего местной станции. Если приема с антенного зажима не получается, антенну подключают поочередно к сетке усилителя высокой частоты и преобразователя (в приемнике прямого усиления прием пробуют непосредственно от детекторной лампы). При опробовании приема с сеток ламп антенну надо подключать через конденсатор емкостью 200 пф к сеточному выводу наверху лампы, а колпачок с этого вывода снять и между выводом и колпачком включить сопротивление 0,5 мгом. Если приемник не работает от антенны и работает от сетки преобразователя, очевидно, поврежден каскад в ч. Если усилитель звуковой частоты исправен, а приемник от антенны не работает, то в супергетеродине проверяют генерацию гетеродина, а в приемнике прямого усиления — исправность цепи обратной связи, и т. д.

Когда место повреждения приблизительно найдено, приступают к точному определению неисправной детали. Прежде всего проверяют режим ламп, включенных вблизи места повреждения. Измерять анодные и экранные напряжения в приемнике можно только вольтметром с большим внутренним сопротивлением. Если лампы получают нормальное питание, то омметром или пробником определяют, не нарушены ли соединения в схеме (нет ли обрывов и коротких замыканий). Обычно проверка режима ламп и соединений дает уже возможность определить причину неисправности.

Неисправности ламп, наиболее часто встречающиеся — это обрыв (перегорание) нити, замыкание электродов, потеря эмиссии, наличие газа. Первые две неисправности можно определить пробником, касаясь его концами штырьков вынутой из гнезда лампы. При испытании пробником ламп с одновольтовым и двухвольтовым накалом необходимо последовательно с ним включать сопротивление (чтобы не пережечь нить). Потерю эмиссии и наличие газа можно обнаружить при проверке режима лампы. Если при нормальном напряжении на всех электродах лампы анодный ток мал, лампа потеряла эмиссию, если, наоборот, анодный ток велик и мало меняется при выключении смещения, в лампе имеется газ. Лампа с потерянной эмиссией обычно понижает чувствительность приемника и создает искажения. Газ в стеклянной лампе обнаруживается по сплошному фиолетовому свечению в ней. Поврежденную лампу починить нельзя и ее надо заменить новой.

Неисправности в цепях питания. Перед включением приемника в сеть надо убедиться в том, что силовой трансформатор переключен на напряжение сети. Если накала ламп нет, а предохранитель цел, проверяют качество соединений в питающей цепи при включенном выключателе питания приемника. Нередко достаточно пошатать штепсельную вилку или шнур у места его присоединения, как контакт восстанавливается, и тем самым можно определить место неисправности. Если при включении приемника сразу сгорает предохранитель, то это говорит о неисправности цепи трансформатора (короткое замыкание).

Если нити ламп накаливаются, но приемник все же не работает, возможно, что нет анодного напряжения на первом и втором конденсаторах фильтра. При пробое второго конденсатора фильтра в динамике, обмотка которого включена дросселем, слышен сильный фон и сильно разогреваются аноды кенотрона. Если пробит первый конденсатор, то между катодом и анодом кенотрона при включении приемника в сеть часто проскакивают искры, а также сильно разогреваются аноды. Электролитический конденсатор можно проверить пробником: при подключении пробника к исправному конденсатору получается сначала выброс стрелки (за счет заряда конденсатора), а затем стрелка возвращается в нулевое положение.

Анодное напряжение может отсутствовать также из-за неисправной блокировки или обрыва во вторичной обмотке силового трансформатора. Разогрев анодов может быть в результате обрыва цепи смещения оконечной лампы, при этом анодное напряжение на втором конденсаторе фильтра понижается, а анодный ток оконечной лампы возрастает.

Если нити всех ламп накаливаются, анодное напряжение подается, а силовой трансформатор быстро нагревается, измеряют общий анодный ток — ненормальная его величина укажет на возможные короткозамкнутые витки в трансформаторе. Если анодное напряжение мало, то проверяют на обрыв обе половины вторичной обмотки силового трансформатора. Если конденсаторы фильтра исправны, проверяют, нет ли замыкания анодного провода на шасси приемника.

В приемниках с питанием от батарей, прежде чем их подключать, проверяют пробником при вынутых лампах, нет ли короткого замыкания между проводами накала, между плюсовым проводом анодной цепи приемника и шасси и между плюсом анода и плюсом накала. Если замыканий нет, вводят полностью сопротивление реостата накала и включают батарею накала. При включении анодной батареи в громкоговоритель или телефоне должен быть слышен щелчок. Если щелчка не слышно, проверяют, подается ли анодное напряжение к приемнику, т. е. нет ли обрыва в шнуре, соединяющем батарею с приемником, и исправен ли предохранитель. Далее надо проверить, исправны ли сами батареи и дают ли они нормальное напряжение без включения и при включении их на приемник.

Если обнаружено между анодами и экранным проводом и землей короткое замыкание, надо проверить пробником исправность блокировочных конденсаторов.

Неисправности в усилителях звуковой частоты. Включив питание приемника, проверив цепи питания и установив регулятор громкости на наибольшую громкость, касаясь пальцами гнезд подключения звукоусилителя, а при отсутствии их — сетки первой лампы усилителя звуковой частоты. Если при этом не получается сильного фона или свиста, это свидетельствует о неисправности усилителя звуковой частоты.

Оконечные каскады. В этих каскадах проверяют: 1) исправность звуковой катушки громкоговорителя; 2) исправность первичной обмотки выходного трансформатора; 3) наличие напряжений на электродах оконечной лампы; 4) исправность сопротивлений смещения. Если выходной каскад работает, но получаются сильные искажения, то возможны неисправности: 1) ненормальное смещение на управляющей сетке; 2) короткозамкнутые витки в выходном трансформаторе; 3) газ в лампе. В двухтактных каскадах надо проверять каждое плечо в отдельности, так как искажения в двухтактных каскадах могут получаться из-за неравенства анодных токов ламп (одного типа) в разных плечах. В этом случае следует подобрать лампы одинаковыми по анодному току.

Предварительные каскады. Если лампа в каскаде исправна, то проверяют ее режим. При нормальном режиме неисправности могут быть во входном трансформаторе, переходном конденсаторе (между предварительным и оконечным каскадами) и сопротивлении утечки сетки оконечной лампы, в корректирующей цепи (регулятор тембра). Если режим исправной лампы ненормален, то, очевидно, повреждена анодная или экранная цепь. Проверяют также, нет ли короткого замыкания в сеточной цепи лампы. Наиболее частыми повреждениями в питающих цепях являются обрыв в цепи сопротивления смещения в катод, пробой блокировочного конденсатора анодной цепи, пробой или обрыв в цепи питания экранирующей сетки.

Входные цепи и каскады высокой частоты. Проверив питание и усилитель звуковой частоты, пробуют радиоприем. Если прием с антенной, присоединенной к антенному зажиму приемника, не получается, подключают антенну к сетке первой лампы. При отсутствии приема и в этом случае подключают антенну к сетке преобразовательной лампы. Если приемник в этом случае работает, очевидно, повреждение произошло в каскаде усиления в. ч. (конечно, при его наличии) или во входных контурах; если же приемник от сетки преобразователя не работает, повреждение произошло либо в гетеродине, либо в каскадах усиления в. ч. Этими повреждениями могут быть: неисправные лампы, обрывы в катушках контуров или в катушках связи, плохие контакты переключателя. Надо помнить, что небольшое загрязнение контакта, создающее сопротивление всего лишь 1—2 ом, может быть причиной бездействия приемника.

Преобразователь и усилитель промежуточной частоты. Начинают с проверки режима. Если анодный ток и напряжение нормальны, то могут иметь место неисправности: замыкание или сильная утечка конденсаторов одного из контуров (фильтров), сильная расстройка фильтра (изменилась емкость или индуктивность). При небольших расстройках усилителя в. ч. приемник работает, но слабо. Если анодный ток отсутствует, а напряжение — нормальное, то могут быть обрыв сопротивления в катод, неисправность в цепи АРЧ или отсутствие напряжения на экранирующих сетках ламп. Если же нет ни анодного тока, ни напряжения, то обрыв надо искать либо в анодной цепи, либо в катушке фильтра в. ч.

Для настройки расстроенных контуров применяют генератор в. ч. При отсутствии генератора и некотором навыке можно произвести настройку и без генератора. Для этого устанавливают ручку настройки приемника на прием какой-либо слабо слышимой станции и отверткой, сделанной целиком из изоляционного материала (но не металлической), начинают осторожно вращать винты подстроечных конденсаторов контуров и изменять их емкость так, чтобы громкость принимаемой станции увеличивалась. Конечно, такая настройка является суррогатной, производится фактически наощупь и может рекомендоваться при невозможности достать генератор или отвезти приемник для настройки в мастерскую.

После устранения неисправности в усилителе в. ч. вновь проверяют работу приемника, подключая антенну к сетке преобразователя. Если приемник и в этом случае не работает, проверяют гетеродин. Неисправный гетеродин создает слабый шум в приемнике, слышимый при установке регулятора громкости в крайнее правое положение. Чтобы убедиться в неисправности гетеродина, оставляют регулятор громкости в крайнем правом положении и замыкают и размыкают конденсатор (секцию блока) гетеродина. Если при этом в громкоговорителе не получается щелчка, то гетеродин неисправен. Тогда проверяют напряжение на всех электродах лампы. При нормальных напряжениях неисправность надо искать в ка-

тушках контура и обратной связи, в конденсаторах и переключателе или в лампе (лампа гетеродина часто не работает при понижении напряжения питания). Гетеродин проверяют на всех диапазонах.

Цепи автоматического регулирования чувствительности и второго детектора. Иногда в результате генерации на в. ч. появляются при приеме свист и сильные искажения. Для отыскания неисправности проверяют на обрыв и короткое замыкание цепь АРЧ, а также делитель, с которого подается смещение. Возможен также пробой или утечка фильтрующих конденсаторов, заземление провода цепи или неисправность диодной лампы.

Кроме вольтметра и миллиамперметра для измерения напряжений и токов при отыскании повреждений в приемнике надо пользоваться омметром или пробником для определения исправности цепей (отсутствие коротких замыканий и обрывов).

В детекторном приемнике при отыскании повреждения прежде всего надо осмотреть и очистить контакты и ползунки, проверить отсутствие короткого замыкания в блокировочном конденсаторе, проверить, работает ли телефонная трубка (в исправной трубке при касании ее выводами полюсов гальванического или аккумуляторного элемента слышен щелчок), проверить, нет ли обрывов в соединительных проводах и катушках, и, наконец, если все оказывается исправным, сменить детектор.

Наиболее часто встречающиеся неисправности отдельных деталей. Электролитические конденсаторы могут оказывать пробными и при измерении пробником показывать короткое замыкание (или потерю емкости), при этом в приемнике слышен сильный фон переменного тока питающей сети. Для восстановления пробитого электролитического конденсатора, имеющего полное короткое замыкание, его подключают к 6—12-вольтовому аккумулятору. Металлическое соединение обкладок конденсатора, вызванное пробоем, моментально сгорает и конденсатор полностью восстанавливается.

Бумажные конденсаторы могут иметь пробой (определяется пробником) или плохие контакты с выводами (проверяют пробником, пошатывая выводы: при плохом контакте стрелка будет колебаться).

Переключатели диапазонов могут иметь плохие контакты в трущихся поверхностях.

Регуляторы громкости и тембра могут создавать треск или потерю слышимости при вращении ручки — в таких случаях надо сменить подковку сопротивления или при некоторых конструкциях даже сам регулятор.

Сопротивления обычно перегорают или изменяют свою величину, повреждение обнаруживается омметром.

Подстроечные конденсаторы могут давать замыкание обкладок (проверяется пробником) или изменить емкость.

Неисправности усилителей

Общий метод отыскания повреждений в мощных и предварительных усилителях станционного оборудования тот же, что и в каскадах усиления звуковой частоты приемников.

Чаще всего усилитель не работает из-за отсутствия нормального электропитания. Поэтому в первую очередь надо проверить, нормально ли подается питание к усилителям, т. е. при питании от сети проверить сетевое напряжение, а при питании от батарей — анодное напряжение и напряжение накала и смещения. При разряженной анодной батарее лампы находятся в ненормальном режиме и усилитель вносит большие искаже-

ния. Ненормальное смещение влияет на работу усилителя еще сильнее. Особенно сильно сказывается на качестве работы усилителя напряжение накала: даже незначительное понижение напряжения накала часто вносит очень большие нелинейные искажения. Поэтому после общей проверки напряжения батарей надо проверить режим всех ламп, т. е. анодное напряжение, подаваемое на лампу, напряжение накала на гнездах ламповых панелей, напряжение смещения на сетку и анодный ток в цепи каждой лампы.

Очень частым повреждением в усилителях является пробой изоляции в выходных трансформаторах и выход из строя (перегорание обмоток) силовых трансформаторов в усилителях с питанием от сети. Поэтому после проверки режима питания обследуют эти трансформаторы. Обнаружить неисправность выходного трансформатора легко по анодному миллиамперметру. При исправном трансформаторе и отключенной от усилителя нагрузке стрелка анодного миллиамперметра остается в покое, как обычно при холостом ходе, даже в случае перегрузки со стороны входа. Если же в трансформаторе произошел хотя бы частичный пробой изоляции (замкнулось накоротко несколько витков), то он создает большую нагрузку на усилитель и поэтому стрелка анодного миллиамперметра будет сильно колебаться при изменении напряжения на входе усилителя. При значительном пробое трансформатора слышен сплошной хрип и потрескивание.

Повреждения силового трансформатора можно определить омметром, проверяя сопротивления обмоток, или же вольтметром, проверяя напряжения на обмотках включенного в сеть силового трансформатора.

Частым повреждением в усилителях является пробой переходных междукаскадных конденсаторов, так как напряжение на этих конденсаторах равно анодному напряжению. Анодное напряжение, попадающее при пробое этого конденсатора на сетку, резко снижает усиление, вызывает сильные искажения и усилитель перестает работать. Убедиться в том, что пробит именно этот конденсатор, можно пробником: при подключении к такому конденсатору пробник дает отклонение стрелки.

Если усилитель работает нормально, но после каждой пики в передаче (громкого выкрика) он на некоторое время прекращает работу — это обычно свидетельствует об обрыве в цепи сетки (в цепи утечки).

Потрескивания во время передачи свидетельствуют о плохом контакте в монтаже усилителя или в подводящих проводах. Особенно громкие потрескивания создают плохие контакты в цепи входа усилителя.

Если указанная выше проверка сделана и перечисленных неисправностей не обнаружено, то приступают к более тщательным поискам повреждения. Однако в отличие от приемников в усилительном оборудовании неисправность надо искать не с конца схемы, а с ее начала, т. е. с входных цепей оборудования. Поэтому в усилителях проверку схем ведут в следующем порядке: вначале проверяют первый каскад, для чего телефонную трубку во время передачи и при включенном усилителе подключают к концам сопротивления анодной нагрузки первой лампы. Если при легком ударе по лампе в телефоне слышен звон, каскад исправен. Далее проверяют таким же способом второй каскад, затем третий каскад и т. д. В неработающем каскаде пробником тщательно проверяют все соединения и отыскивают неисправное соединение или поврежденную деталь. Проверку с телефонной трубкой можно производить лишь при невысоком напряжении в усилителе.

Повышенный фон и помехи. Фон переменного тока может быть вызван неисправностью фильтра из-за малой емкости его конденсаторов (по-

теря емкости, разрыв в цепи конденсатора и др.) или из-за недостаточной индуктивности дросселя (короткое замыкание витков). Повышенный фон может быть также следствием неисправности выпрямителя, питающего анодную или сеточную цепь (например, из-за потери эмиссии выпрямительной лампы) или же следствием повреждения анодного трансформатора выпрямителя. Фон может появиться в результате слишком близкого расположения цепей источников питания (силовые трансформаторы и др.) к входным цепям усилителей, плохого или нарушенного экранирования проводов, соединяющих микрофоны, замыкания радиотрансляционных проводов с проводами электросети и т. п.

Нелинейные искажения. Помимо вышеуказанного искажения часто возникают в результате подачи слишком большого напряжения на вход усилителя. В усилителях по двухтактной схеме искажения могут появиться также вследствие потери эмиссии одной из ламп, короткого замыкания витков выходного трансформатора или трансформатора цепи обратной связи, обрыва в монтаже или неправильного соединения секций трансформатора. Искажения могут возникнуть и вследствие некоторых более сложных причин. Нередко такие искажения можно ликвидировать включением параллельно вторичной обмотке выходного трансформатора (через предохранитель) конденсатора, емкость которого (несколько микрофард) подбирается опытным путем. Может дать положительный результат также подключение конденсатора параллельно входному трансформатору оконечного усилителя. Емкость такого конденсатора, подбираемая опытным путем, должна быть небольшой (сотые или даже тысячные доли микрофарда).

Генерация может возникнуть вследствие разных причин и проявляется в виде свиста или увеличения искажений. При появлении генерации надо попробовать поменять местами концы проводов обратной связи. Если это не помогает, то надо попытаться уничтожить генерацию включением на выходном трансформаторе или в цепи обратной связи последовательно включенных активного сопротивления и конденсатора, величины которых подбираются опытным путем (сопротивление — несколько тысяч ом и более, емкость — до нескольких тысяч микромикрофард). Нередко устранить генерацию можно включением параллельно выходу усилителя (через плавкий предохранитель) конденсатора емкостью до нескольких микрофард.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ И РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ УЗЛОВ

Для питания лампового радиоприемника или радиотрансляционного узла, устанавливаемых в неэлектрифицированных местностях, необходимо иметь собственный источник энергии. В качестве таких источников электроэнергии могут быть гальванические элементы и батареи, которые сами вырабатывают электроэнергию, аккумуляторы, требующие периодической зарядки их от другого источника электроэнергии, или собственные электростанции. Собственные электростанции могут быть оборудованы ветродвигателями, гидротурбинами или тепловыми двигателями (обычно бензиновыми, нефтяными или дизельными). Собственные электростанции применяются, как правило, только для радиотрансляционных узлов. Электро-

питание радиоприемников от собственных электроустановок может быть выгодным лишь в случае оборудования их небольшими и простыми по конструкции ветродвигателями. Ниже кратко рассмотрены источники тока для питания радиоприемников и радиотрансляционных узлов.

10-1. Гальванические элементы и батареи

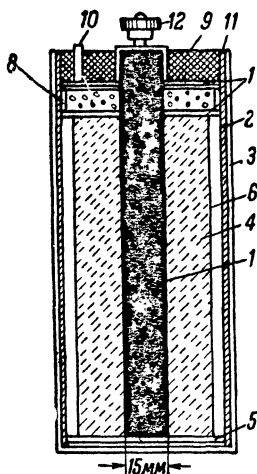
Гальванический элемент представляет собой источник электрической энергии, которая получается в результате химических реакций, происходящих между активными материалами элемента при замыкании внешней цепи. Гальванический элемент состоит из двух электродов (пластин или стержней) и находящегося между ними электролита (раствор какой-либо щелочи, кислоты или соли). В электролит часто добавляют различные загустители, под действием которых он превращается в непроливающуюся массу. Элементы с таким электролитом называются «сухими».

В качестве положительного электрода служат обычно уголь или медь, которые при работе элемента не расходуются. Отрицательным электродом служит цинк, который в процессе действия элемента растворяется. Если электроды замкнуть на внешнюю цепь (например на лампочку), то в этой цепи пойдет электрический ток. Во время работы элемента его положительные электроды поляризуются, т. е. покрываются частицами водорода, что приводит к падению напряжения на элементе. Для уменьшения поляризации в элемент вводят различные вещества, называемые деполяризаторами.

Сухие элементы

Сухой угольно-цинковый элемент имеет следующее устройство.

Положительным электродом служит уголь 1 (фиг. 10-1), а отрицательным — цинк 2. Цинковый полюс изготавливается в виде коробки (или стаканчика), которая одновременно служит и сосудом элемента. Для изоляции и защиты цинковый полюс снаружи покрывается изолирующим составом и помещается в картонный футляр 3 или обклеивается бумагой. Угольный электрод с деполяризатором 4, состоящим из мелкоизмельченных перекиси марганца, графита и сажи, замешенных в растворе нашатыря, помещаются внутри цинковой коробки. Для изоляции деполяризатора от цинка под деполяризатор подложена изолирующая подкладка 5, а по бокам между деполяризатором и цинком помещен сгущенный электролит 6. Электролит состоит из раствора нашатыря с примесью хлористого цинка, загущенного пшеничной или картофельной мукой. Поверх деполяризатора уложена пропарафинированная картонная прокладка 7, на которую насыпан слой грачевой лужи или опилок 8. Сверху находится вторая картонная прокладка 7. Элемент залит слоем смолки 9, в которую вставлена стеклянная трубка 10 для выхода газов, образующихся в элементе во время работы. К верхней части цинка припаян или приварен провод 11,



Фиг. 10-1. Сухой угольно-цинковый элемент.

которым элемент подключается в цепь. На положительный электрод уголь сверху надевается металлический колпачок с винтом и гайкой 12 для подключения токоотводящего проводника. Часто винт и гайка на колпачке отсутствуют, и тогда токоотводящий проводник припаивается к колпачку.

Электродвижущая сила (э. д. с.) сухого элемента равна 1,4—1,55 в.

Сухие элементы с марганцево-воздушной деполяризацией

Деполяризация, т. е. устранение водорода с положительного полюса в таких элементах, происходит одновременно под действием атмосферного воздуха и перекиси марганца. Благодаря этому элементы с марганцево-воздушной деполяризацией по сравнению с сухими таких же размеров могут давать значительно больший ток. Такие элементы, обозначаемые буквами СМВД (сухой элемент марганцево-воздушной деполяризации) так же, как и сухие, имеют загущенный электролит. Внешне конструкция элемента СМВД очень похожа на конструкцию обычного сухого элемента. Отличие заключается лишь в составе деполяризационной массы и наличии «дыхательных» отверстий для доступа атмосферного воздуха. Во время работы элемента СМВД пробка из отверстия должна быть вынута, иначе элемент «задохнется». При бездействии элемента отверстие должно быть закрыто пробкой, чтобы электролит не высыхал.

Элементы СМВД боятся перегрузки, поэтому нельзя получать от них ток больший, чем указано на этикетке.

Емкость элемента. Емкость всякого элемента определяется количеством электричества, вырабатываемого элементом при определенном токе и длительности разряда. Емкость выражается в ампер-часах (а·ч) и представляет произведение величины разрядного тока в амперах на длительность работы в часах.

Емкость элемента зависит: 1) от величины того напряжения, до которого ведется разряд, т. е. конечного напряжения: чем это напряжение меньше, тем емкость больше; 2) от величины разрядного тока: чем меньше ток разряда, тем емкость больше; 3) от температуры, при которой ведется разряд: при повышенных температурах (в пределах комнатной температуры) емкость элементов и даже напряжение их несколько повышаются; вместе с этим повышается саморазряд, т. е. вредный внутренний разряд, ускоряется высыхание электролита и образование на электродах плохо проводящих солей; 4) от времени и температуры хранения: чем выше температура, при которой хранилась батарея, и дольше срок хранения, тем емкость меньше.

Соединение элементов в батарее

Последовательное соединение. Напряжение одного элемента часто бывает недостаточным для питания радиоприемника или радиотрансляционного узла. Поэтому для получения нормального напряжения несколько элементов соединяют между собой последовательно (фиг. 10-2): плюс одного элемента соединяют с минусом второго, плюс второго с минусом третьего и т. д.

Группа соединенных между собой элементов называется батареей. Напряжение U_6 батареи, составленной из нескольких, например n включенных последовательно элементов, равно сумме напряжений каждого элемента, т. е. $U_6 = U_1 + U_2 + \dots + U_n$. Емкость такой батареи равна

емкости одного элемента. Для последовательного включения применяют элементы с одинаковой емкостью.

Соединять последовательно можно не только отдельные элементы, но и батареи.

Параллельное соединение. Часто ток, который можно получить от одного элемента, недостаточен для питания аппаратуры. В этом случае применяют параллельное соединение элементов (фиг. 10-3): все плюсовые выводы присоединяют к одному общему проводу или зажиму, а все минусовые выводы — к другому общему проводу или к другому зажиму. При параллельном соединении также надо применять одинаковые элементы.

При параллельном соединении напряжение U_6 всей батареи равно напряжению U одного элемента, т. е.

$$U_6 = U_1 = U_2 = \dots = U_n.$$

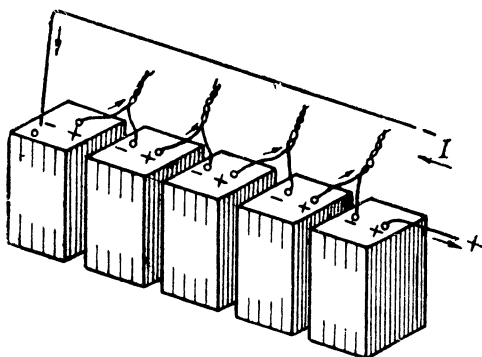
Общий ток I , который можно получить от такой батареи, равен сумме токов, которые можно получить от каждого элемента, т. е.

$$I = i_1 + i_2 + \dots + i_n.$$

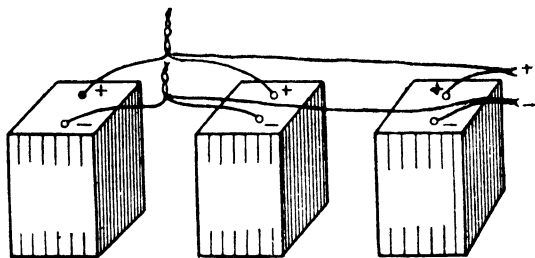
Смешанное соединение. Смешанное соединение применяют только в том случае, когда и напряжение одного элемента и ток, который от него можно получить, недостаточны. При смешанном соединении два (или больше) элемента включаются последовательно, а затем несколько таких групп соединяются между собой параллельно. Напряжение батареи при таком соединении равно напряжению последовательно включенных элементов, а общий ток во столько раз больше тока одного элемента, сколько групп последовательно соединенных элементов включено параллельно.

Основные данные гальванических элементов и батарей. Некоторые данные элементов нашей отечественной промышленности приведены в табл. 10-1.

Некоторые данные элементов нашей отечественной промышленности приведены в табл. 10-1.



Фиг. 10-2. Последовательное соединение элементов



Фиг. 10-3. Параллельное соединение элементов.

ТАБЛИЦА 10-1

Обозначение элемента	Размеры, мм		Начальное напряжение, в	Средняя начальная емкость, ач	Разрядный ток, ма	Вес, кг
	Основание	Общая высота				
1С	32×32	83	1,4	3,1	—	0,14
2С	40×40	100	1,42	6,5	70	0,30
3С	55×55	130	1,44	23—30	70	0,70
4С	40×80	177	1,42	37	—	1,1
3СМВД	55×55	130	1,45	45	50	0,7
6СМВД	82×82	182	1,3	150	150	1,7

Наиболее подходящими для питания радиоаппаратуры являются элементы 6СМВД (фиг. 10-4), из которых составляют батареи накала. Сохранность этого элемента со дня выпуска с завода — 9 мес., емкость в конце срока хранения — 110 ач, напряжение в конце разряда — 0,7 в. Розничная цена 6 руб. 40 коп. Для анодных цепей аппаратуры 2-ваттных узлов можно применять элементы 3С стоимостью 4 руб. 70 коп. штука.

Для питания радиоприемников и маломощных радиотрансляционных узлов промышленности выпускает готовые батареи, конструктивные данные которых указаны в табл. 10-2.

Электрические данные гальванических батарей приведены в табл. 10-3.

Анодные батареи БАС-80 и БАС-60 имеют слишком малую емкость и для питания радиотрансляционных узлов непригодны. Наиболее подходящие комплекты гальванических батарей для питания радиоприемников и радиотрансляционных узлов указаны в табл. 10-4.

Комплекты гальванических батарей для приемников и радиотрансляционных узлов. По мере расходования батарей и снижения их напряжения к указанному в табл. 10-4 основному комплекту батарей надо подключать дополнительные запасные батареи, способ включения которых указан ниже.

Фиг. 10-4. Элемент 6СМВД.

Работающие и запасные элементы и батареи необходимо держать в сухом, но прохладном помещении и оберегать их от пыли и загрязнения. Элементы и батареи нельзя замыкать накоротко хотя бы кратковременно, т. е. проверять их исправность «на искру», — это приводит их в негодность.

Отработавшие элементы МВД часто можно на некоторое время восстановить. Для этого надо в каждый элемент налить через дыхательное отверстие 20—30 см³ раствора нашатыря (15—20 г нашатыря в порошок на стакан воды) или в крайнем случае просто кипяченой остуженной воды. После заливки элемент надо оставить на сутки в покое, не включая на разряд.

Если напряжение батареи понизилось и она не дает требуемого для аппаратуры напряжения, ее не следует выбрасывать. Такая батарея разряжена не полностью, а лишь частично, и для более полного использо-



ТАБЛИЦА 10-2

Типы батарей	Число эле- ментов в батарее	Размеры батарей, мм			Вес, кг	Розничная цена
		Длина	Ширина	Высота		
Анодные						
БАС-80	60	215	135	70	3,0	34 р. 80 к.
БАС-60	40	172	110	48	1,2	23 р. 60 к.
МВД-45 ¹	36	280	280	110	10	40 р.
БС-70*	50	350	185	120	13	35 р. 80 к.
Накальные						
БНС-100**	12	150	120	120	2,5	15 р.
МВД-500***	4	152	152	175	7,2	20 р. 40 к.

¹ Фиг. 10-5. * Фиг. 10-6. ** Фиг. 10-7. *** Фиг. 10-8.

ТАБЛИЦА 10-3

Тип батарей	Напряжение, в		Средняя начальная емкость, ач	Срок хранения в месяцах	Емкость после хранения, ач	Разрядный ток, ма
	начальное	конечное				
Анодные						
БАС-80-Х-1,0	102	60	1,05	15	0,7	8,5
БАС-60-Х-0,5	68	40	0,5	10	0,3	14,5
МВД-45	48	30	10	8	8	20
БС-70 (БС-Г-70)	73	35	7	10	5	20
БС-Г-60-С-8 ¹	62	30	8	12	5,6	8
БС-Г-60-С-2,5	62	30	2,5	12	—	—
Накальные						
БНС-100	1,5	0,7	100	10	70	70
МВД-500	1,3	0,7	500	10	400	500
МВД-95	1,3	0,7	130	10	~	—

¹ Батареи БС-Г-60-С-8 и БС-Г-60-С-2,5 имеют также выводы для питания цепи сеток (напряжение 4,4 в).

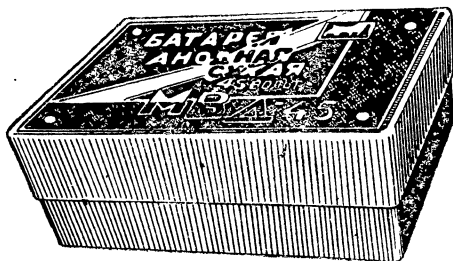
вания ее можно поступать следующим образом. Если, например, напряжение 2-вольтовой батареи понизится менее 1,8 в (такое напряжение может быть мало для накала ламп), один из ее элементов надо выключить, а на его место включить такой же новый элемент. Когда через некоторое время напряжение батареи вновь упадет меньше 1,8 в, к ней можно подключить последовательно выключенный ранее старый элемент. При дальнейшем падении напряжения батареи меньше 1,8 в первые два элемента надо отключить, а к третьему более новому добавить один

ТАБЛИЦА 10-4

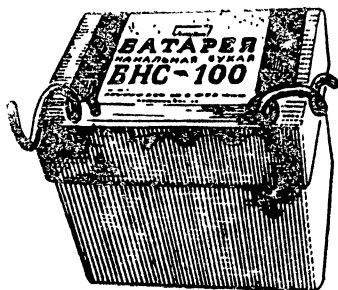
Тип аппаратуры	Тип батарей или элемента	Необходимое количество в комплекте (первоначально)	Срок службы при 3-часовой ежедневной работе (ориентировочно)	Общая стоимость комплекта	Как соединять (первоначально, без дополнительных запасных батарей)
Приемник „Искра“	1-й вариант БС-Г-60-С-8 (для анодов)	2	11 мес.	70 руб.	2 батареи последовательно
	МВД-500 (для накала)	1	11 мес.	20 р. 40 к.	
	2-й вариант БС-Г-60-С-2,5 (для анодов)	2	3 мес.	42 руб.	2 батареи последовательно
	МВД-95 (для накала)	1	3 мес.	12 руб.	—
Приемник „Родина“	БС-70 (для анодов)	2	6—8 мес.	71 р. 60 к.	2 батареи последовательно
	МВД-500 (для накала)	2	7—8 мес.	40 р. 80 к.	2 батареи последовательно
2-ламповый приемник на пальчиковых лампах (Рига Б-912)	БАС-80	1	3 мес.	34 р. 80 к.	
	6СМВД	1	8—9 мес.	6 р. 40 к.	
5-ваттная приемно-усилительная установка радиотрансляционного узла	БС-70 (для анодов)	6	3—4 мес.	214 р. 80 к.	2 параллельных ряда по 3 последовательно включенных батареи в каждом ряду (вначале надо включить не крайними выводами, а промежуточными)
	МВД-500 (для накала)	6	7—8 мес.	122 р. 40 к.	3 параллельных ряда по 2 последовательно включенных батарей в каждом ряду
2,0-ваттная приемно-усилительная установка колхозного узла	1-й вариант МВД-500 (для накала)	2	10—14 мес.	40 р. 80 к.	2 батареи параллельно.
	БС-Г-60-С-8 (для анодов)	6	6—7 мес.	210 р.	3 параллельных ряда по 2 последовательно включенных батарей
	2-й вариант МВД-500	2	10—14 мес.	40 р. 80 к.	2 батареи параллельно
	ЗС	120	11 мес.	564 руб.	120 элементов последовательно.

свежий элемент. В дальнейшем выключается более старый элемент, а к остающемуся еще пригодному элементу опять добавляется один новый элемент и т. д.

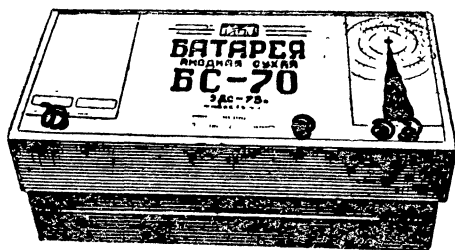
Для этой же цели можно рекомендовать другой способ. Когда напряжение батареи впервые понизится менее 1,8 в, оба ее элемента соединяют между собой параллельно, а последовательно с ними включают один такой же новый элемент. Когда напряжение этой комбинированной ба-



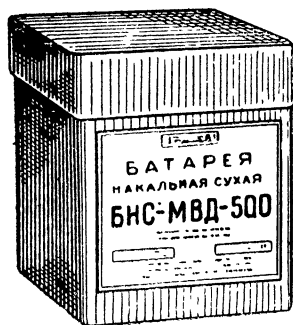
Фиг. 10-5. Батарея МВД-45.



Фиг. 10-7 Батарея БНС-100.



Фиг. 10-6. Батарея БС-70.



Фиг. 10-8. Батарея МВД-500.

тареи упадет ниже допустимого, оба старые элемента выключают, а на их место присоединяют к оставшемуся более свежему элементу один новый элемент.

Если батарея накала составлена из нескольких параллельных групп, то указанные выше переключения элементов надо производить в каждой группе с таким расчетом, чтобы составные группы обладали одинаковым напряжением. Если это не выполнить, то группа элементов с более высоким напряжением будет разряжаться на присоединенную к ней параллельно группу с более низким напряжением.

Напряжение у частично разряженных элементов сильно колеблется: при работе оно мало, а после хотя бы небольшого бездействия становится большим. Поэтому радиоаппаратуру, питающуюся от гальванических батарей, следует снабжать реостатом накала.

Для лучшего использования батарей и для более правильной работы аппаратуры батарей следует включать вначале промежуточными токоотводами (если, конечно, их можно вывести от батареи). Затем по мере снижения напряжения следует вводить дополнительные элементы переключением на крайние токоотводы.

Батарея, не дающая никакого напряжения, часто имеет внутренний обрыв или дефект в одном из элементов. Для отыскания повреждения один из полюсов (выводов) батареи соединяют с вольтметром, к другому зажиму которого присоединяют проводник с напаянной на его конце иглой, который осторожно, чтобы не повредить цинкового стаканчика, прокалывают дно батареи (картон) приблизительно в ее середине и определяют, в какой половине произошло повреждение. Затем, производя такую пробу иглой других элементов последовательно, находят место повреждения. Сняв крышку, откалывают или выплавляют паяльником смолу и запаивают место обрыва или замыкают неисправный элемент перемычкой.

Выбор элементов и батарей. Выбор типов элементов или батарей зависит от той мощности, для которой они предназначены. Чем больше мощность аппаратуры и, следовательно, чем больше ток, который она требует, тем необходима большая емкость источника тока. Данные о необходимых токах и напряжениях для питания радиоприемников указаны в гл. 8, а для питания радиотрансляционных узлов в гл. 9, откуда видно, что гальванические элементы можно применять для электропитания радиоприемников и радиотрансляционных узлов лишь небольшой мощности (до 10 вт), электропитание от гальванических батарей радиотрансляционных узлов мощностью свыше 10 вт оказывается слишком дорогим. В этом случае, если нет местной электросети и нельзя применить ветроэлектрическую установку с аккумулятором, необходимо, как правило, оборудовать собственную электростанцию с тепловым двигателем.

10-2. Электрические аккумуляторы

Электрическим аккумулятором называется прибор, способный принимать от постороннего источника тока электрическую энергию и затем отдавать ее обратно в течение определенного достаточно длительного времени.

Кислотные аккумуляторы

Устройство и принцип действия кислотных аккумуляторов. Элемент кислотного аккумулятора состоит из наполненного электролитом сосуда, в котором находятся отделенные одна от другой положительные и отрицательные пластины. Отрицательные пластины кислотных аккумуляторов изготовляют из запрессованного в свинцовую решетку свинцового глета (окиси свинца). Положительные пластины изготовляют из запрессованного в свинцовую решетку свинцового сурика.

Сосуд изготавливается из электроизоляционного и кислотоупорного материала, не пропускающего жидкости (стекло, эбонит, некоторые сорта пластмассы).

В качестве электролита в кислотных аккумуляторах применяется раствор аккумуляторной серной кислоты в дистиллированной воде. Плотность электролита (удельный вес) равна 1,17—1,18 у разряженных аккумуляторов, а у заряженных аккумуляторов она значительно выше и достигает примерно 1,24—1,25.

Если пропустить через аккумулятор постоянный ток от постороннего источника (фиг. 10-9), то под действием тока электролит изменяет химический состав пластин.

Пропускание постоянного тока из внешней цепи через аккумулятор, сопровождающееся переходом электрической энергии в химическую, называется зарядом аккумулятора. К концу заряда аккумулятора химический состав положительных и отрицательных пластин изменяется и раствор электролита начинает неодинаково действовать на пластины, в результате чего между положительными и отрицательными пластинами возникает разность потенциалов, которая остается и при отключении аккумулятора от цепи заряда. Напряжение каждого элемента кислотного аккумулятора к концу заряда равно 2,65 в.

Если положительную и отрицательную пластины заряженного аккумулятора замкнуть через сопротивление на внешнюю нагрузку, то в этой цепи пойдет ток и аккумулятор начнет разряжаться. Процесс, при котором аккумулятор отдает электрическую энергию во внешнюю цепь, называется разрядом аккумулятора. Во время разряда химический процесс внутри аккумулятора происходит в обратном порядке, в результате чего у полностью разряженного аккумулятора химический состав пластин окажется одинаков и поэтому разности потенциалов между пластинами не будет. Однако полностью разряжать аккумулятор не следует, так как это вызывает его преждевременную порчу.

Так как при работе аккумулятора имеют место потери энергии в нем (на саморазряд и др.), аккумулятор никогда не может при разряде отдать полностью всю энергию, затраченную на его заряд, и отдает во внешнюю цепь приблизительно 65—75% энергии, израсходованной при заряде его.

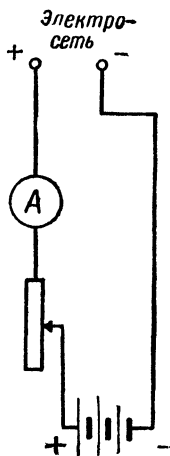
При разряде напряжение вначале быстро снижается, приблизительно до 2 в на элемент, остается при этом значении относительно продолжительное время и к концу разряда вновь начинает быстро снижаться. Допускать разряд кислотных аккумуляторов ниже 1,8 в на элемент нельзя. Рабочее напряжение кислотного аккумулятора принято считать равным 2 в на элемент.

Мерой производительности аккумулятора является его емкость, т. е. количество электричества, которое можно получить от заряженного аккумулятора, пока его напряжение не снизилось до нижнего допустимого предела. Емкость аккумуляторов измеряется в амперчасах и зависит от площади поверхности пластин.

Как и при гальванических элементах, можно применять последовательное, параллельное и смешанное включение группы элементов аккумуляторов, составляя аккумуляторную батарею необходимой емкости и напряжения.

Для питания радиоприемников и радиотрансляционных узлов применяются накальные аккумуляторы старых типов РНП, СТ и новых типов НС и НП, а также анодные аккумуляторные батареи старых типов РАЭ, РАС, РАДАН и нового типа АС.

Конструктивные данные накальных батарей указаны в табл. 10-5.



Фиг. 10-9. Схема заряда аккумуляторной батареи.

ТАБЛИЦА 10-5

Тип батареек	Размеры, мм			Вес, кг		Цена (оптовая), руб.
	Длина	Ширина	Высота	без электролита	с электролитом	
РНП-60	160	111	231	7	8,1	64
2РНП-40	163	153	232	9,4	10,9	86
2РНП-60	217	166	233	13,7	15,7	120
2РНП-80	247	165	230	17,8	20,4	145
2НС-50	195	185	235	13,5	—	133
2НС-90	257	185	235	19	—	183
3НС-90	351	185	255	28	—	250
3НП-60	526	216	343	68	—	710
3СТП-126	523	182	238	28,4	32	210
3СТП-144	470	200	245	33,9	38	230

Электрические данные накальных батарей указаны в табл. 10-6.

ТАБЛИЦА 10-6

Тип батарей	Наибольший разряд- ный и зарядный ток, <i>a</i>	Емкость и ток при раз- ной длительности разряда				Напряже- ние батарее в конце заряда, <i>в</i>	Наимень- шее допу- стимое на- пряжение в конце разряда, <i>в</i>	Гарантирован- ный заводом срок службы — число зарядов (с последую- щим разрядом)
		10-часовой разряд		50-часовой разряд				
		Ток, <i>a</i>	Ем- кость, <i>aч</i>	Ток, <i>a</i>	Ем- кость, <i>aч</i>			
РНП-60	6	6	60	1,5	75	2,6 - 2,8	1,8	200
2РНП-40	4	4	40	1	50	5,2—5,6	3,6	200
2РНП-60	6	6	60	1,5	75	5,2—5,6	3,6	200
2РНП-80	8	8	80	2	100	5,2—5,6	3,6	200
2НС-50	5	5	50	1,25	62,5	5,2—5,6	3,6	250
2НС-90	9	9	90	2,25	112,2	5,2—5,6	3,6	250
3НС-90	9	9	90	2,25	112,5	7,8—8,4	5,4	250
3НС-110	11	11	110	—	—	7,8—8,4	5,4	300
3НР-60	16	16	160	4	200	7,8—8,4	5,4	500
3СП-126	12	12	126	—	—	—	5,4	—
3СТП-144	14	14	144	—	—	—	5,4	—

Правила ухода за накальными батареями. Для приведения в действие аккумуляторов каждый элемент заполняют электролитом — раствором аккумуляторной серной кислоты удельным весом (плотностью) 1,21. Для приготовления электролита на каждый 1 л воды берут 400 г (0,217 л или 217 см³) серной кислоты.

Применять для приготовления электролита техническую серную кислоту нельзя. Аккумуляторную кислоту разводят в дистиллированной воде, наливая кислоту в воду, а не наоборот, во избежание разбрызгивания кислоты, которая может вызвать ожоги тела и повреждение одежды. При отсутствии дистиллированной воды можно применить воду, полученную из чистого снега, или дождевую воду, но собранную не

с крышки из кровельной стали. Электролит можно разводить только в свинцовой, эбонитовой, керамической или стеклянной посуде. Для измерения удельного веса электролита служит ареометр, который опускают в электролит и по глубине его погружения отсчитывают на шкале удельный вес. Приготовленный для заливки электролит должен быть охлажден до температуры не выше 30° .

Залитый электролитом аккумулятор можно включать на заряд не раньше, как через 2—6 час. после его заливки. Зарядный ток указан в табл. 10-6. Первый заряд продолжается непрерывно 36 час., после чего делают перерыв на 3 часа и затем продолжают заряд тем же зарядным током еще 12 час. К этому времени у всех элементов батареи должно быть постоянное (не уменьшающееся) напряжение 2,65 в и удельный вес электролита 1,24. При меньших удельном весе электролита или напряжении заряд продолжают далее. Если после продолжительного заряда удельный вес электролита будет ниже 1,24, то элементы батареи доливают кислотой плотностью 1,28, а если выше — дистиллированной водой, и продолжают заряд еще 30 мин. Уровень электролита должен оставаться все время выше верхнего края пластин на 10—15 мм.

Разряжать батареи током большим, чем указано для 10-часового разряда (табл. 10-6), не допускается. Оставлять батареи в разряженном состоянии можно не более как на 1 сутки. Заряды следует производить не реже одного раза в 2 мес. даже и в том случае, если батарея в течение этого времени не работала.

Первый заряд батареи ЗНС—110 начинают только через 6 час. после заливки. Заряд ведут током 10 а до достижения напряжения (под током) 2,35—2,4 в не менее, чем на двух элементах, после чего ток снижают до 5 а и заряжают до конца (постоянство плотности электролита в течение 1 час. и обильное газовыделение). Последующие заряды производят током 20 а (около 4—5 час.), а затем током 10 а (6—7 час.).

Во избежание появления плохо работающих элементов надо один раз каждые 4 мес. делать перезаряд. Для этого после нормального заряда проводят несколько зарядов с небольшими перерывами между ними током 20—25% от наибольшего допустимого зарядного тока, пока не получится хорошее газообразование (кипение) во всех элементах немедленно после включения их на заряд.

При включении на заряд плюс аккумулятора должен быть соединен с плюсом зарядной цепи, а минус аккумулятора — с минусом зарядной цепи. При заряде батареи надо следить, чтобы напряжение зарядной цепи было не меньше напряжения, которое должна иметь батарея в конце заряда (табл. 10-6). После каждого заряда кислоту с элементов тщательно обтирают сначала влажной и затем сухой тряпками.

Кислотные аккумуляторы надо оберегать от коротких замыканий.

Периодически батареи надо осматривать и производить необходимый ремонт. В случае загрязнения электролита его надо заменить новым.

Кислотные аккумуляторы с разрушившимися положительными пластинами можно восстановить следующим образом: а) полностью разрядить аккумулятор и вылить из него электролит; б) разобрать аккумулятор, вынуть из него остатки изношенных положительных пластин, укомплектовать его двойным количеством сохранившихся отрицательных пластин из старых и разряженных аккумуляторов; в) собрать аккумулятор, установив отрицательные пластины взамен положительных и отрицательных; г) залить аккумулятор электролитом и произвести формовку (заряд и разряд) током в 0,1 емкости аккумулятора в течение 90—120 час., причем первый заряд следует производить, по возможности, непрерывно в те-

ние 60—90 час. В случае, если при формовке температура внутри аккумулятора повысится более 45°, нужно уменьшить величину зарядного тока. Отремонтированный таким путем аккумулятор будет давать нормальное напряжение, иметь 60—80% первоначальной емкости и может служить еще 1—1,5 года.

Анодные аккумуляторы. Анодные аккумуляторные батареи могут быть старых типов РАЭ, РАС, РАДАН и новых типов АС.

Батареи РАЭ собраны в отдельных 6—7 камерных блоках, устанавливаемых в общем деревянном ящике с крышкой. Батареи РАДАН собраны в 12-местных эбонитовых блоках. Батареи АО выпускаются в двух исполнениях: в десятиместных прессованных эбонитовых блоках или в деревянных ящиках, в которых установлены элементы, собранные в отдельных эбонитовых или пластмассовых бачках.

Конструктивные данные анодных батарей приведены в табл. 10-7.

ТАБЛИЦА 10-7

Тип батареи	Размер, мм			Вес, кг		Цена (оптовая), руб.
	Длина	Ширина	Высота	без электролитов	с электролитом	
40РАЭ-3	452	190	135	13,3	15,2	224
10РАДАН-5	220	121	146	5,5	6,8	137
10РАДАН-10	223	186	161	10,2	13	228
10АС-12 в деревянном ящике	260	200	200	14,5	—	278
10АС-20 в деревянном ящике	338	200	200	20	—	350
10АС-12 в блоке	265	170	186	13,5	—	278
10АС-20 в блоке	351	170	183	18,5	—	350

Электрические данные анодных аккумуляторных батарей приведены в табл. 10-8.

ТАБЛИЦА 10-8

Тип батарей	Наибольший заряд- ный ток, <i>a</i>	Емкость и ток при разной длительности разряда						Напряжение батарей в конце заряда, <i>в</i>	Наименьшее допусти- мое напряжение в конце разряда, <i>в</i>	Гарантированный за- водом срок службы, число зарядов (с по- следующим разрядом)
		10-часовой разряд		25-часовой разряд		125-часовой разряд				
		Ток, <i>a</i>	Ем- кость, <i>ач</i>	Ток, <i>a</i>	Ем- кость, <i>ач</i>	Ток, <i>a</i>	Ем- кость, <i>ач</i>			
40РАЭ-3	0,2	—	—	0,1	2,5	0,024	3	100—112	72	100
10РАДАН-5	0,4	—	—	0,16	4	0,04	5	25—28	18	100
10РАДАН-10	0,8	—	—	0,32	8	0,08	10	25—28	18	100
10АС-12	1	1	10	0,48	12	0,12	15	25—28	17,5	150
10АС-20	1,6	1,6	16	0,8	20	0,2	25	25—28	17,5	150

Правила ухода за анодными батареями ничем не отличаются от ухода за накальными батареями, за исключением того, что первый заряд длится не 36 час., а 48 час.

Щелочные аккумуляторы

Устройство и принцип действия щелочных аккумуляторов. Каждый элемент щелочного аккумулятора (фиг. 10-10) состоит из сосуда, изготовленного из никелированной стали, внутри которого налит электролит и установлены электрически изолированные от сосуда положительные пластины из водной окиси никеля, запрессованной в рамку из никелированной стали, и отрицательные пластины из губчатого кадмия, также запрессованного в рамку из никелированной стали.

У аккумуляторов типа АКН обе положительные пластины приварены длинными ребрами к стенкам сосуда. Через крышку сосуда проходит только минусовый вывод. Положительным полюсом служит сам сосуд, к которому приварена тонкая стальная контактная пластинка. В качестве электролита в щелочных аккумуляторах применяется раствор химически чистого едкого калия или едкого натра в дистиллированной воде.

Под действием электрического тока при заряде в щелочных аккумуляторах электролит изменяет химический состав пластин. К концу заряда положительные пластины по своему химическому составу отличаются от отрицательных пластин, поэтому электролит действует на них неодинаково, между пластинами создается разность потенциалов и щелочной аккумулятор так же, как кислотный, может отдавать ток во внешнюю нагрузку.

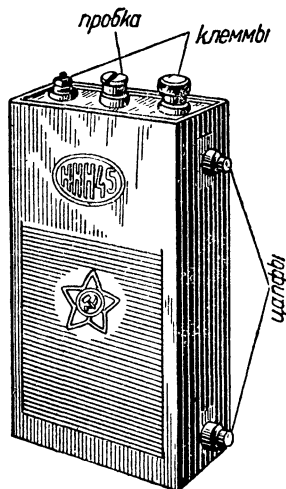
Данные щелочных аккумуляторов. Конструктивные данные щелочных аккумуляторов указаны в табл. 10-9. Электрические данные—в табл. 10-10.

Правила ухода за щелочными аккумуляторами. Щелочные аккумуляторы заливают раствором аккумуляторного (безводного) едкого калия в воде с удельным весом 1,21 (при температуре 15—20°). Вода должна быть дистиллированная, дождевая или из чистого снега. Электролит приготавливают в стальном или стеклянном сосуде, опуская в воду стальными щипцами или рукой в резиновой перчатке кристаллы едкого калия. На 1 л воды надо брать 300 г едкого калия.

При отсутствии едкого калия аккумуляторы можно заливать раствором безводного едкого натра с удельным весом 1,19 (на 1 л воды 200 г едкого натра). Едкий натр дешевле едкого калия, но применение его несколько снижает емкость аккумулятора.

Едкий калий и едкий натр на воздухе быстро портятся и поэтому должны храниться в герметически закрытой стеклянной или стальной посуде. По этой же причине приготовленный раствор после его остывания до температуры 25° надо немедленно заливать в аккумуляторы.

Уровень электролита в аккумуляторе должен быть на 5—12 мм выше пластин.



Фиг. 10-10. Щелочной аккумулятор.

ТАБЛИЦА 10-9

Тип элемента или батареи	Размеры, мм			Вес, кг		Цена (оптовая), руб.
	Длина	Ширина	Высота	с электро- литом	без элект- ролита	
Накальные						
НКН-45	125	53	213	2,72	2,18	100
НКН-60	148	45	349	4,6	3,7	
НКН-100	148	70	349	6,5	5,1	
5НКН-45	412	148	252	17	—	
5НКН-60	355	170	388	29	—	
5НКН-100	529	178	388	38,5	—	963
Анодные						
АКН-2,25	65	20	132	0,38	0,28	374
НКН-10	80	31	123	0,74	0,6	
НКН-22	125	32	213	1,67	1,25	
32АКН-2,25	590	165	168	14,2	—	
64АКН-2,25	580	317	168	28,6	—	
4НКН-10	183	73	118	3,1	—	
10НКН-22	535	148	252	21	—	

ТАБЛИЦА 10-10

Тип элемента или батареи	Номиналь- ное напря- жение, в	Нормальный 6-часовой заряд		Нормальный 8-часовой разряд		
		Зарядный ток, а	Наимень- шее напря- жение заря- женной ба- тареи, в	Ток раз- ряда, а	Емкость, ач	Наименьшее напряжение в конце разря- да, в
Накальные ¹						
НКН-50	1,25	11,25	1,3	5,65	45	1
НКН-60	1,25	15	1,3	7,5	60	1
НКН-100	1,25	25	1,3	12,5	100	1
5НКН-45	6,25	11,25	6,5	5,65	45	5
5НКН-60	6,25	15	6,5	7,5	60	5
5НКН-100	6,25	25	6,5	12,5	100	5
Анодные						
АКН-2,25	1,25	0,56	1,3	0,28	2,25	1
НКН-10	1,25	2,5	1,3	1,25	10	1
НКН-22	1,25	5,5	1,3	2,75	22	1
3' АКН-2,25	40	0,56	41,6	0,28	2,25	32
64АНК-2,25	80	0,56	83,2	0,28	2,25	64
4НКН-10	5	2,5	5,2	1,25	10	4
10НКН-22	12,5	5,5	13	2,75	22	10

¹ Кроме перечисленных кадмиево-никелевых аккумуляторов (НКН) имеются также же накальные железо-никелевые аккумуляторы, обозначаемые буквами ЖН. Для аккумуляторов ЖН приготовление электролита и заряд производятся так же, как и для аккумуляторов НКН.

Раствор электролита необходимо периодически заменять новым, промывая при этом аккумулятор. Срок смены электролита зависит от общего его количества в аккумуляторе, от интенсивности эксплуатации и усло-

вий ухода. Обычно электролит приходится заменять через каждые 6 мес. или 100 заряд-разрядов, но не реже 1 раза в год. Определять необходимость смены электролита лучше всего измерением отдаваемой аккумулятором мощности и проверкой чистоты электролита.

При заряде нормальным током напряжение следует поддерживать в пределах 1,58—1,6 в на каждом элементе, а в конце заряда—в пределах 1,78—1,85 в. Допускать разряд до напряжения менее 0,5 в на элемент не следует. Емкость щелочных аккумуляторов мало зависит от величины разрядного тока.

Срок службы щелочных аккумуляторов по техническим условиям завод гарантирует в 250—350 заряд-разрядов, но при хорошем уходе за ними и добавлении в электролит моногидрата лития (20 г на 1 л раствора едкого калия и 10 г на 1 л раствора едкого натра) этот срок значительно повышается.

Выбор аккумуляторов

Питание радиоприемников от аккумуляторов не может быть рекомендовано в качестве основного метода электропитания ввиду высокой стоимости аккумуляторных батарей, которая получается значительно выше стоимости самого приемника. Затраты на приобретение гальванических батарей оказываются намного меньше. Но с другой стороны аккумуляторные батареи служат значительно дольше, чем гальванические, и поэтому при наличии поблизости источника электроэнергии для зарядки аккумуляторов их применение оказывается нередко удобным.

На радиотрансляционных узлах аккумуляторы применяются чаще всего вместе с зарядными агрегатами (с генератором постоянного тока, вращаемым своим двигателем), но могут применяться и в качестве основных источников электроэнергии при условии, что их можно регулярно возить на заряд, например, в районный центр. Аккумуляторы необходимы также и при ветроэлектрической установке для питания радиотрансляционного узла во время безветрия.

Щелочные аккумуляторы, хотя и дороже кислотных, но имеют ряд ценных свойств: они не боятся коротких замыканий и больших разрядных токов, обладают высокой механической прочностью и меньшим весом, не требуют такого тщательного ухода, как кислотные, имеют значительно больший срок службы, могут длительно находиться в разряженном состоянии. Поэтому при выборе типа аккумуляторов предпочтение следует отдавать щелочным аккумуляторам.

Приобретать аккумуляторы малой емкости невыгодно, так как их придется чаще заряжать. Однако приобретать аккумуляторы слишком большой емкости также нецелесообразно, так как в результате саморазряда бесполезно пропадает много электроэнергии. В результате саморазряда аккумуляторы могут терять в течение месяца до 23% емкости. Кроме того, аккумуляторы большей емкости дороже.

Некоторые возможные комплекты аккумуляторов указаны в табл. 10-11.

Применение вибропреобразователей

Вибрационный преобразователь или вибропреобразователь — прибор, преобразующий постоянный ток низкого напряжения в постоянный ток повышенного напряжения. Таким прибором можно питать от накальной батареи анодные цепи радиоприемника или приемно-усилительной установки радиотрансляционного узла небольшой мощности.

ТАБЛИЦА 10-11
Примерные комплекты аккумуляторов

Кислотные						Щелочные				
Тип аппаратуры	Тип аккумулятора батареи	Необходимое количество в комплекте	Продолжительность работы между зарядами (при 3-часовом ежедневном включении)	Цена комплекта аккумулятора, руб.	Как соединять	Тип аккумулятора или батареи	Необходимое количество в комплекте	Продолжительность работы между зарядами (при 3-часовом ежедневном включении)	Цена комплекта аккумулятора, руб.	Как соединять
Приемник типа „Родина“ Цепи накала	2НС-50	1	1,5—2 мес.	133	Оба элемента параллельно, сняв имеющуюся на батарее перемычку	НКН-45	2	1 мес.	200	2 элемента последовательно (применяя реостат накала)
Анодные цепи	40РАЭ-3	2	2 мес.	448	Включить последовательно 60 банок (сделать вывод от половины одной из батарей)	32АКН-2,25	3	1—1,5 мес.	1 122	3 батареи последовательно
5-ваттная приемно-усилительная установка Цепи накала	2НС-90	1	1 мес.	183	Оба элемента параллельно, сняв имеющуюся на батарее перемычку	НКН-45	4	20 дней	400	2 параллельно включенных ряда по 2 последовательно включенных элемента в каждом ряду (всю батарею включать через реостат накала)
Анодные цепи	10РАДАН-5	10	1—1,5 мес.	1 370	10 батарей последовательно	32АКН-2,25	5	20 дней	1 870	Последовательно 5 батарей

Вибропреобразователь состоит из электромагнита с прерывателем (наподобие зуммера или электрического звонка), повышающего трансформатора и выпрямителя в цепи повышенного напряжения. Выпрямитель может быть механический, ламповый, купроксный или селеновый.

Первичная обмотка трансформатора подключается к батарее накала последовательно с прерывателем. Якорь прерывателя колеблется и при каждом колебании размыкает и замыкает цепь первичной обмотки трансформатора. Через первичную обмотку проходит прерывистый ток, в результате чего во вторичной обмотке возникает переменное повышенное напряжение, которое подводится к выпрямителю. От выпрямителя получается постоянный пульсирующий ток, поступающий к фильтру. На выходе фильтра получается постоянное повышенное напряжение, используемое для питания анодных цепей приемника или усилительной установки.

Анодные батареи являются наиболее дорогими, недолговечными и сложными в эксплуатации, поэтому замена их вибропреобразователями весьма целесообразна, тем более, что стоимость его невысока. При такой замене необходимо заряжать и обслуживать лишь накальную батарею, которую к тому же легче достать, так как в качестве ее можно использовать любую автомобильную батарею.

10-3. Электрические генераторы

Электрическим генератором называется машина, которая в результате вращения ее подвижной части (якоря или ротора) преобразует механическую энергию в электрическую, которую можно использовать либо для непосредственного питания радиоаппаратуры, либо для зарядки аккумуляторов, от которых питается аппаратура.

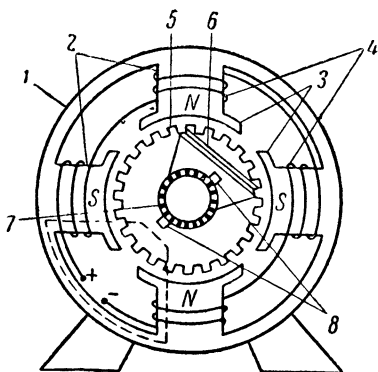
Для вращения генератора можно применить любой механический двигатель достаточной мощности — ветродвигатель, гидротурбину или водяное колесо, тепловой двигатель (бензиновый, дизель, паровой и др.). Гидротурбины, т. е. двигатели, использующие энергию воды, пока не находят большого применения из-за сложности сооружения плотин и затруднений работы во все время года, особенно на маловодных реках.

В зависимости от конструкции электрические генераторы бывают постоянного тока или переменного тока.

Генераторы постоянного тока.

Главными частями каждого генератора постоянного тока являются: неподвижная магнитная система (станина, статор) и вращающийся якорь (ротор), образующие общую магнитную цепь (фиг. 10-11).

Обычно станина 1 делается из литой стали и имеет два или несколько полюсных наконечников 2 из листов динатной стали. Полюсные наконечники обычно оканчиваются башмаками 3, охватывающими большую часть якоря. На полюсных наконечниках размещены обмотки воз-



Фиг. 10-11. Схема генератора постоянного тока.

буждения 4, выполненные из изолированного медного обмоточного провода. На неподвижной станине машины укрепляются также подшипники и некоторые другие вспомогательные детали (щеткодержатели, зажимы, и др.), не показанные на фигуре.

Вращающийся якорь машины 5 делается также из листовой динамной стали и имеет на поверхности пазы, в которых размещена рабочая обмотка 6, выполненная из изолированного медного обмоточного провода (на фиг. 10-11 указана только одна секция рабочей обмотки). На якоре установлен коллектор 7 из медных пластин, изолированных между собой слюдяными прокладками. К пластинам коллектора подведены отводы от секций рабочей обмотки якоря. К коллектору прижимаются угольные или медные контакты 8, называемые щетками, укрепленные на станине машины. Якорь монтируется на стальном валу, концы которого устанавливаются в подшипниках, укрепленных в станине машины. Один конец вала делается более длинным и предназначен для шкива или муфты для вращения якоря генератора от двигателя.

Если через обмотку возбуждения 4 пропустить постоянный ток, то между полюсными наконечниками машины образуется магнитное поле. При вращении якоря провода рабочей обмотки 6 пересекают это магнитное поле, в результате чего в них индуцируется э. д. с. (появляется напряжение), которая снимается с коллектора щетками и подается на зажимы генератора. Концы секций обмоток припаяны к пластинам коллектора так, что пластины, подбегающие к одной щетке, имеют в момент прохождения ее положительный потенциал, а пластины, подбегающие к другой противоположной щетке, имеют отрицательный потенциал. В результате на зажимы генератора со щеток подается постоянный ток.

Между полюсными наконечниками всегда имеется слабое магнитное поле, обусловленное остаточным магнетизмом. Поэтому даже в том случае, если в обмотку возбуждения не подается ток с машины, все же можно получить некоторую э. д. с., правда, много меньше нормальной. Это свойство машины позволяет питать обмотки возбуждения током, снимаемым с рабочей обмотки того же генератора (работа с самовозбуждением). Небольшой ток, проходящий в обмотке возбуждения при пуске генератора, несколько увеличит напряженность магнитного поля. Это в свою очередь вызовет повышение напряжения в рабочей обмотке якоря и увеличение тока в обмотке возбуждения до нормального уровня. Напряжение, снимаемое с генератора, возрастает при увеличении напряженности магнитного поля, количества последовательно включенных витков, длины их активной части и числа оборотов якоря в минуту.

В условиях эксплуатации регулировать напряжение, снимаемое с генератора, можно или изменением напряженности магнитного поля (регулируя реостатом величину тока в цепи возбуждения) или изменением числа оборотов якоря в минуту. Как то, так и другое можно увеличивать только до определенных пределов, определяемых конструкцией генератора.

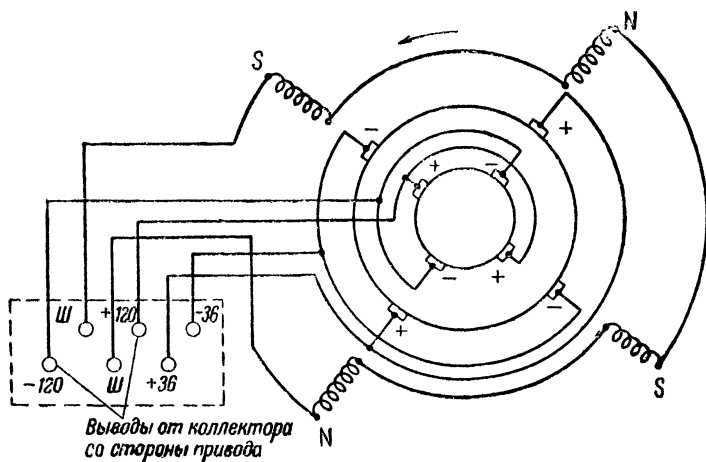
Величина получаемого от генератора тока не должна превышать указанного в паспорте генератора, иначе рабочая обмотка будет перегреваться выше допустимых пределов и может сгореть изоляция проводов обмотки.

Мощность, получаемая от генератора постоянного тока, зависит от напряжения и величины тока и может быть вычислена по формуле

$$P = U \cdot I,$$

где P — мощность, *вт*;
 U — напряжение, *в*;
 I — ток, *а*.

Для заряда аккумуляторов на радиотрансляционных узлах обычно применяют двухколлекторные генераторы постоянного тока. Такие генераторы отличаются тем, что имеют две изолированные между собой рабочие обмотки, подведенные к двум коллекторам. С одного коллектора снимается напряжение для заряда анодных аккумуляторов, а с другого — пониженное напряжение для заряда накальных аккумуляторов. Схема типового двухколлекторного генератора типа ЗДН-2500, применяемого на 100-ваттных радиотрансляционных узлах, показана на фиг. 10-12.



Фиг. 10-12. Схема двухколлекторного генератора постоянного тока ЗДН-2500.

Генераторы переменного тока. По своему устройству генераторы переменного тока делятся на два типа: а) генераторы с внешними полюсами (имеют рабочую обмотку на вращающемся якоре и обмотки возбуждения на полюсах, укрепленных неподвижно к станине); б) генераторы с внутренними полюсами (имеют рабочую обмотку на статоре, неподвижно прикрепленном к станине, и полюса с обмотками возбуждения, укрепленные на вращающемся роторе). Оба указанных вида генераторов бывают как однофазные, так и многофазные (обычно трехфазные).

Генераторы переменного тока с внешними полюсами отличаются от генераторов постоянного тока только тем, что имеют для съема тока вместо коллектора два (у однофазных) или три (у трехфазных) медных контактных кольца, к которым подведены выводы от обмотки якоря и с которых угольными или медными щетками снимается переменный ток во внешнюю нагрузку.

Наличие коллектора у таких генераторов вообще необязательно, однако обычно они все же имеют кроме контактных колец еще и коллектор, с которого снимается постоянный ток для питания цепи возбуждения. Если коллектора нет, то питание постоянным током цепи возбуж-

дения осуществляется от постороннего возбудителя. Все остальное устройство (магнитная станина, полюсные наконечники, обмотки возбуждения, рабочая обмотка и др.) у генераторов переменного тока с внешними полюсами таково же, как и у генераторов постоянного тока.

Генераторы переменного тока с внешними полюсами по принципу действия отличаются от генераторов постоянного тока следующим. В генераторах постоянного тока благодаря наличию коллектора на щетки поступает ток от различных секций обмотки, причем каждая секция связана со щетками лишь очень короткий промежуток времени, когда ее обмотка находится в определенном положении по отношению к полюсам и дает ток только в одном направлении. В генераторах переменного тока с внешними полюсами благодаря наличию контактных колец на щетки поступает ток всегда от одних и тех же выводов секции обмотки,

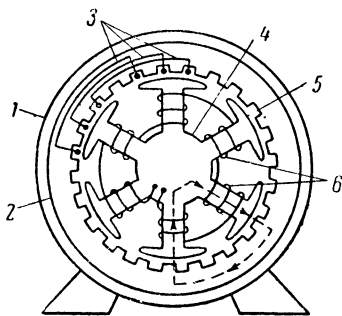
а так как каждая секция при вращении якоря пересекает магнитное поле поочередно у северного и южного полюсов, то в каждой секции ток меняет направление и, следовательно, на щетки поступает переменный ток.

Устройство генератора с внутренними полюсами показано на фиг. 10-13. К станине 1 из литой стали неподвижно прикреплен статор 2, сделанный обычно из листовой динамной стали. В статоре имеются пазы, в которые укладываются одна (у однофазных генераторов) или несколько (у многофазных генераторов) рабочих обмоток 3 из медного изолированного провода. Концы рабочих обмоток выводятся наружу к зажимам генератора (на фиг. 10-13 не показаны), с которых снимается переменный ток на внешнюю нагрузку.

Вращающийся ротор 4 имеет несколько полюсов 5 из листовой динамной стали, на которых размещены обмотки возбуждения 6, концы которых подведены к медным контактным кольцам для подачи в обмотки возбуждения постоянного тока от постороннего возбудителя. Постоянный ток подводится к обмоткам возбуждения генератора прижимающимися к контактным кольцам угольными или медными щетками. Ротор смонтирован на стальном валу, концы которого установлены на подшипниках, укрепленных к станине генератора.

Генераторы с внутренними полюсами комплектуются возбудителями, которые представляют собой небольшой дополнительный генератор постоянного тока, связанный с основным генератором ременной передачей или смонтированный с ним на одном валу.

В генераторах переменного тока с внутренними полюсами при подаче постоянного тока в укрепленные на полюсах ротора обмотки возбуждения 6 создается постоянное магнитное поле, проходящее через статор 2. При вращении ротора 4 в статоре 2 создается переменное магнитное поле, магнитные силовые линии которого пересекают витки рабочей обмотки 3 и вследствие этого в рабочей обмотке индуцируется переменная э. д. с. (появляется напряжение). Полученное в рабочей обмотке напряжение переменного тока поступает к зажимам, откуда подается на внешнюю цепь.



Фиг. 10-13. Схема генератора переменного тока с внутренними полюсами.

На радиотрансляционных узлах применяются генераторы как с внешними, так и с внутренними полюсами. В последнее время стали применять генераторы с полюсами из магнитных сплавов без обмотки возбуждения.

Напряжение, получаемое от генератора переменного тока, зависит от тех же данных, что и у генераторов постоянного тока. Частота получаемого переменного тока зависит от числа пар полюсов и числа оборотов ротора и может быть определена по формуле

$$f = \frac{pn}{60},$$

где f — частота тока, $гц$;

p — число пар магнитных полюсов;

n — число оборотов ротора в минуту.

В связи с тем, что частота тока зависит от числа оборотов ротора, а приемно-усилительная аппаратура узлов рассчитана на питание током определенной частоты (50 $гц$), необходимо у генераторов переменного тока, работающих на электростанциях радиотрансляционных узлов, поддерживать постоянное число оборотов ротора. Нельзя регулировать напряжение изменением числа оборотов, как это можно делать у генераторов постоянного тока. Регулировать снимаемое с генераторов переменного тока напряжение можно только изменением величины тока в цепи возбуждения (реостатом в цепи возбуждения).

10-4. Ветроэлектрические установки

Ветровые условия в СССР настолько благоприятны, что использование энергии ветра для питания радиотрансляционных узлов и приемников должно получить очень большое развитие.

Радиотрансляционные узлы мощностью от 2 до 100 $вт$ могут быть легко обеспечены электроэнергией от ветроэлектрических установок в районах со среднегодовой скоростью ветра 3,5—5 $м/сек$. Радиотрансляционные узлы мощностью до 5 $вт$ с ветроэлектрическими установками можно строить на территории, составляющей 90% общей территории страны, узлы мощностью до 25 $вт$ — на половине территории и узлы мощностью до 100 $вт$ — на территории, составляющей 15%. Отсюда следует, что ветроэлектрические установки для питания радиоприемников можно оборудовать почти повсеместно.

Ветроэлектрическая установка содержит ветродвигатель, генератор электрического тока и некоторые вспомогательные приборы для управления электрическим током.

Ветродвигатели бывают различных типов. Наиболее распространенные типы ветродвигателей представляют металлическую или деревянную башню с подвижной вершиной, на которой с одной стороны установлено на горизонтальном валу ветровое колесо, а с другой стороны — хвостовое оперение ветродвигателя.

Ветровое колесо бывает многолопастное и пропеллерное (двух-трехлопастное). Пропеллерное ветровое колесо по виду напоминает пропеллер самолета и имеет большой размер (диаметр ветрового колеса от 1,5 до 12 $м$). Многолопастное ветровое колесо имеет несколько направленных от окружности к центру лопастей, расположенных под углом по отношению к плоскости колеса.

Хвостовое оперение представляет плоский щит, расположенный вертикально и жестко укрепленный на рычаге к вершине башни ветродвигателя. Ветер, действуя на хвостовое оперение ветродвигателя, поворачивает

вершину башни в такое положение, при котором хвостовое оперение располагается по направлению ветра, а ветровое колесо всей своей лобовой поверхностью подставлено под действие ветра. Проходя через лопасти ветрового колеса, расположенного под углом к направлению ветра, последний давит на лопасти и заставляет вращаться ветровое колесо и вал, на котором оно укреплено.

Мощность ветродвигателя зависит от диаметра ветрового колеса, от формы лопастей и от скорости ветра.

В маломощных ветроэлектроагрегатах генератор обычно устанавливают на одном валу с ветровым колесом. Генератор электрического тока можно также укреплять на поворотной башне, связывая его зубчатой передачей с валом ветрового колеса, или же внизу под башней, передавая в этом случае механическую энергию ветрового колеса по вертикальному промежуточному валу, связанному в верхней части с валом ветрового колеса конической зубчатой передачей.

Ветровые условия, определяющие возможность применения ветроэлектрической установки в каком-либо населенном пункте, характеризуются данными, приведенными в табл. 10-12.

ТАБЛИЦА 10-12

Наименьшая среднемесячная скорость ветра (которая может быть не чаще чем 1 месяц в году), <i>м/сек</i>	Среднегодовая скорость ветра, <i>м/сек</i>	Наибольшая допустимая мощность радиотрансляционного узла, <i>вт</i>
3	3,5	5
3,5	4	25
4	5	100

Однако в каждом месяце бывают дни затишья, когда скорость ветра оказывается недостаточной для приведения в действие ветродвигателя. Такое затишье продолжается чаще всего 2—3 дня в месяц, значительно реже 4—6 дней и лишь в отдельных пунктах оно может длиться 6—8 дней. Отсюда следует, что для бесперебойной работы радиоаппаратуры ветроэлектрическая установка должна быть снабжена аккумуляторами, рассчитанными на подачу энергии узлу или приемнику во все время безветрия. Способы аккумуляирования энергии ветра известны различные, однако наиболее выгодным и простым надо считать применение для этой цели электрических аккумуляторов.

При ветре радиоаппаратура питается от вращаемого ветродвигателем электрического генератора. Одновременно с этим генератор заряжает аккумулятор. Во время безветрия или при слабом ветре, когда ветродвигатель не работает, радиоаппаратура питается от аккумулятора.

Промышленность выпускает и готовит к выпуску разные типы ветродвигателей и ветроэлектрических установок. Для питания аппаратуры 2-ваттных колхозных радиотрансляционных узлов (см. стр. 166) выпускается ветроэлектростановка ВЭ-2 с трехфазным генератором переменного тока. Собрать простую ветроэлектрическую установку можно и своими силами из оборудования и материалов, которые нередко легко найти на месте. Самодельная ветроэлектрическая установка для питания радиоприемника обойдется немного дешевле самого приемника, и эта стоимость

быстро окупится, так как потом не потребуется приобретать батареи. Если мощность генератора взять с запасом, то такую ветроэлектрическую установку можно использовать и для освещения.

Описание устройства самодельной ветроэлектрической установки помещено в номерах 7 и 9 журнала «Радио» за 1947 г. (статья Б. Б. Кажинского), а также в брошюре Е. М. Фатеева «Как сделать самому ветроэлектрический агрегат» (Госэнергоиздат, 1949 г.). В зависимости от имеющегося на месте оборудования и необходимой мощности для питания радиоаппаратуры, может быть, конечно, изготовлена ветроэлектрическая установка и любой другой конструкции.

10-б. Электростанции радиотрансляционных узлов с тепловыми двигателями

При строительстве радиотрансляционного узла в крупном населенном пункте необходима установка мощной усилительной аппаратуры. В таких случаях при отсутствии электросети на радиотрансляционном узле оборудуют собственную небольшую электростанцию обычно с двигателем внутреннего сгорания.

Электростанцию монтируют в отдельном помещении. В комплект ее оборудования входят: двигатель (как правило, бензиновый или дизель), генератор электрического тока, щит для управления электрическим током и вспомогательные устройства.

Тип двигателей и генераторов выбирают в зависимости от типа аппаратуры радиотрансляционного узла. Для аппаратуры, рассчитанной на питание постоянным током, применяют вращаемый бензиновым двигателем генератор постоянного тока, который заряжает аккумуляторы. После заряда аккумуляторы подключаются к аппаратуре и питают ее, разряженные аккумуляторы вновь заряжают от генератора и т. д. При такой системе двигатель работает не во все время работы радиотрансляционного узла, а лишь во время заряда аккумуляторов.

Аппаратуру мощных узлов, рассчитанную на питание переменным током, подключают непосредственно к генератору переменного тока, вращаемому двигателем внутреннего сгорания. При этом двигатель работает во все время действия радиотрансляционного узла.

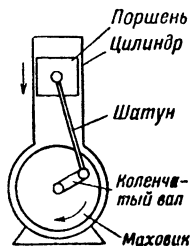
Двигатели внутреннего сгорания

Устройство и принцип действия двигателей внутреннего сгорания. Двигателем внутреннего сгорания называется поршневой тепловой двигатель, в рабочем цилиндре которого происходит сгорание топлива. Как и всякий тепловой двигатель, двигатель внутреннего сгорания является машиной, преобразующей тепловую энергию, получающуюся при сгорании топлива, в механическую энергию.

Каждый двигатель внутреннего сгорания имеет герметически закрытый рабочий цилиндр и шатунно-кривошипный механизм, состоящий из находящегося внутри цилиндра поршня, соединенного шатуном с коленчатым валом (фиг. 10-14). Шатунно-кривошипный механизм служит для преобразования прямолинейного поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала (или наоборот). Жидкое или газообразное топливо вводится в цилиндр двигателя внутреннего сгорания, смешивается с воздухом и сгорает в цилиндре. При сгорании топлива температура газов в цилиндре резко повышается и газы стремятся расшириться. Однако герметически закрытый цилиндр препятствует расширению газов и вследствие этого в цилиндре повышается давление.

Газы давят на поршень, заставляют его двигаться к коленчатому валу и этим поворачивать коленчатый вал, который, вращаясь, приводит во вращение электрический генератор.

Четырехтактные и двухтактные двигатели. Ход поршня в одном направлении из одного крайнего положения в другое крайнее положение называется тактом. На каждый полный оборот коленчатого вала приходится два такта, так как в течение полного оборота коленчатого вала поршень два раза пройдет из одного крайнего положения в другое (т. е., например, из верхнего положения в нижнее и из нижнего обратно в верхнее).



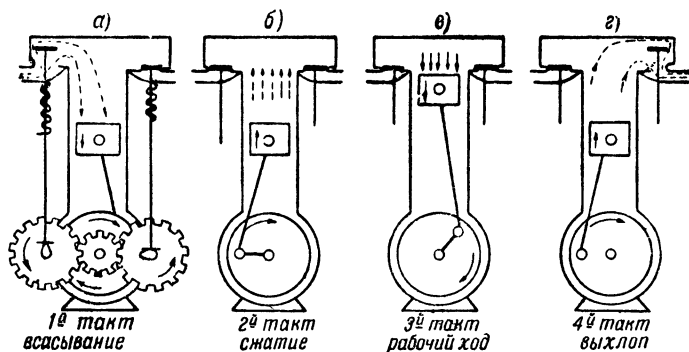
Фиг. 10-14. Схема двигателя внутреннего сгорания.

Четырехтактным двигателем называется двигатель, у которого полный рабочий цикл происходит в течение четырех тактов или за два оборота коленчатого вала. Каждый четырехтактный двигатель имеет на цилиндре два клапана, открывающихся и закрывающихся в определенные моменты при помощи распределительного механизма. Один клапан — всасывающий — служит для всасывания в цилиндр двигателя свежей рабочей смеси (или воздуха). Другой клапан — выхлопной — слу-

жит для выпуска отработанных газов из цилиндра в выхлопную трубу.

Порядок работы четырехтактного двигателя следующий. Первый такт — всасывание (фиг. 10-15, а). Всасывающий клапан открыт, выхлопной закрыт, поршень идет в направлении к коленчатому валу, в цилиндре получается разрежение и через открытый клапан в цилиндр всасывается свежая рабочая смесь.

Второй такт — сжатие (фиг. 10-15, б). Оба клапана закрыты, поршень идет в направлении от коленчатого вала и производит сжатие рабочей смеси в цилиндре.



Фиг. 10-15. Схема работы четырехтактного двигателя.

Третий такт — рабочий ход (фиг. 10-15, в). Оба клапана закрыты, в цилиндре воспламенилась рабочая смесь, которая при сгорании расширяется и давит на стенки цилиндра и поршень. Под давлением газов поршень идет в направлении к коленчатому валу, производя работу (отдавая коленчатому валу мощность).

Четвертый такт — выхлоп (фиг. 10-15,г). Всасывающий клапан закрыт, выхлопной открыт, поршень идет по направлению от коленчатого вала и выталкивает отработанные газы из цилиндра через открытый клапан в выхлопную трубу.

После выхлопа один рабочий цикл заканчивается и начинается следующий, протекающий в том же порядке.

В четырехтактном двигателе на каждые четыре такта приходится только один рабочий ход, отдающий мощность, а остальные три такта (всасывание, сжатие и выхлоп) не только не отдадут мощности, но, наоборот, ее затрачивают. Чтобы двигатель продолжал работать и во время этих трех тактов, на коленчатом валу укреплен тяжелый маховик, который, получив энергию во время рабочего хода, продолжает вращаться по инерции до следующего рабочего хода.

Двухтактным двигателем называется двигатель, у которого полный рабочий цикл происходит в течение двух тактов или за один оборот коленчатого вала. Двухтактные двигатели всасывающих и выхлопных клапанов, как правило, не имеют. В рабочем процессе двухтактного двигателя участвуют не только цилиндр, но и картер двигателя (пространство, в котором расположен коленчатый вал). Поэтому у двухтактного двигателя герметичность должен иметь не только цилиндр, но и картер.

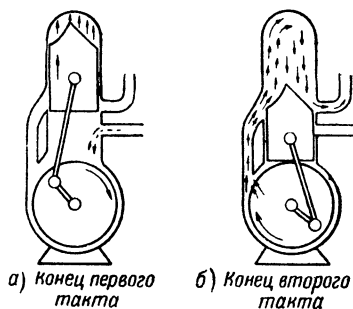
Порядок работы двухтактного двигателя следующий.

Первый такт (фиг. 10-16,а). Поршень идет в направлении от коленчатого вала, в цилиндре происходит сжатие, а в картере — разрежение. В конце хода поршень открывает всасывающее окно (или под действием разрежения в картере автоматически открывается всасывающий клапан) и в картере происходит всасывание свежей рабочей смеси (или воздуха).

Второй такт (фиг. 10-16,б). В цилиндре воспламенилась рабочая смесь. Образующиеся при сгорании смеси газы расширяются, дают на стенки цилиндра и поршень. Под давлением газов поршень идет в направлении к коленчатому валу и при помощи шатуна вращает его. В картере в это время происходит сжатие. В конце хода поршень открывает выхлопное и перепускное окна: через выхлопное окно отработанные газы выходят из цилиндра в выхлопную трубу, а через перепускное окно цилиндр заполняется сжатой в картере свежей рабочей смесью (или воздухом), которая выталкивается из цилиндра в выхлопное окно остатки отработанных газов.

На этом заканчивается один рабочий цикл и начинается следующий. На коленчатом валу двухтактного двигателя также насажен маховик.

На радиотрансляционных узлах наибольшее распространение получили бензиновые двигатели (работающие на бензине) и дизели (работающие на более дешевом дизельном топливе или соляровом масле). Те и другие могут быть двухтактные и четырехтактные. Дизели несколько тяжелее по конструкции и дороже, но экономичнее бензиновых двигателей, работают более устойчиво и надежно.



Фиг. 10-16. Схема работы двухтактного двигателя.

У бензиновых двигателей воспламенение горючей смеси (смесь бензина с воздухом) производится специальными запальными свечами. К свече, ввернутой в верхнюю часть цилиндра, в момент сжатия подводится особой электрической системой зажигания высокое напряжение, в результате чего в свече проскакивает искра, которая воспламеняет горючую (рабочую) смесь. У дизелей давление и температура в цилиндре в конце такта сжатия значительно выше, поэтому необходимость в запальных устройствах отпадает и происходит самовоспламенение впрыскиваемого из форсунки горючего.

Мощность, отдаваемая двигателем, зависит от: 1) рабочего объема всех цилиндров двигателя (двигатели могут иметь не один цилиндр, а несколько): чем больше объем цилиндра, тем мощность больше; 2) среднего эффективного давления на поршень; 3) числа оборотов вала двигателя в минуту: при увеличении числа оборотов мощность увеличивается; 4) типа двигателя (двухтактный или четырехтактный).

Расход горючего на двигатель в значительной степени зависит от снимаемой с двигателя мощности и числа оборотов коленчатого вала в минуту. При пониженном числе оборотов расход горючего снижается. При неполной нагрузке двигателя удельный расход горючего на 1 кВт в час повышается, но общий расход горючего на двигатель в час снижается.

В бензиновых двигателях подача горючей (рабочей) смеси в цилиндр осуществляется карбюратором. В карбюраторе происходит смешивание бензина с воздухом, так что поршнем в цилиндр двигателя бензин всасывается в виде мельчайших капель, распыленных в воздухе, который необходим для сгорания бензина в закрытом цилиндре. В дизелях в цилиндр отдельно подается воздух и в конце такта сжатия — топливо (горючее), которое под давлением при помощи насоса и форсунки распыляется внутри цилиндра.

Во избежание чрезмерного нагревания трущихся частей, излишних потерь энергии на трение и быстрого износа двигателей, все трущиеся части двигателя необходимо смазывать специальными смазочными материалами. Во время работы двигателя происходит сильное нагревание цилиндра и других деталей за счет высокой температуры внутри цилиндра при воспламенении рабочей смеси. Для уменьшения нагревания обычно применяют водяное охлаждение.

Типовые комплекты оборудования электростанций радиотрансляционных узлов

Узел мощностью 100 вт. Для такого узла применяют бензиновый двигатель Л-3/2 и двухколлекторный генератор постоянного тока ЗДН-2500, заряжающий аккумуляторы. Двигатель и генератор монтируют на общей раме на месте установки.

Узел мощностью 500 вт. Для этого узла применяют смонтированный на общей раме агрегат ДСА-10, состоящий из дизеля 1МЧ-10,5/13 и генератора переменного тока АПНТ-85, непосредственно питающего аппаратуру.

Узел мощностью 5000 вт. Для питания аппаратуры переменным током служит генератор СГ-15, который на месте установки соединяютременной передачей с дизелем 1Д-16/20.

Основные данные типовых генераторов приведены в табл. 10-13.

ТАБЛИЦА 10-13

Данные	Тип генератора		
	ЗДН-2500	аПНТ-85	СГ-15
Род тока	Постоянный	Переменный трехфазный	
Напряжение, <i>в</i>	120 и 24	230	230 или 400
Ток, <i>а</i>	15,4 и 27	22,6	—
Мощность	2,5 <i>квт</i>	7,2 <i>квт</i>	15 <i>кВа</i>
Число оборотов в минуту	1 800	1 500	1 000
Способ возбуждения	Самовозбуждение от цепи 120 <i>в</i>	От особой обмотки, присоединенной к коллектору на валу генератора	От возбудителя на одном валу с основным генератором
Диаметр шкива	—	—	250 <i>мм</i>
Размеры, <i>мм</i>			
длина	530	655	942
ширина	347	375	538
высота	342	448	543
Вес, <i>кг</i>	87	175	283

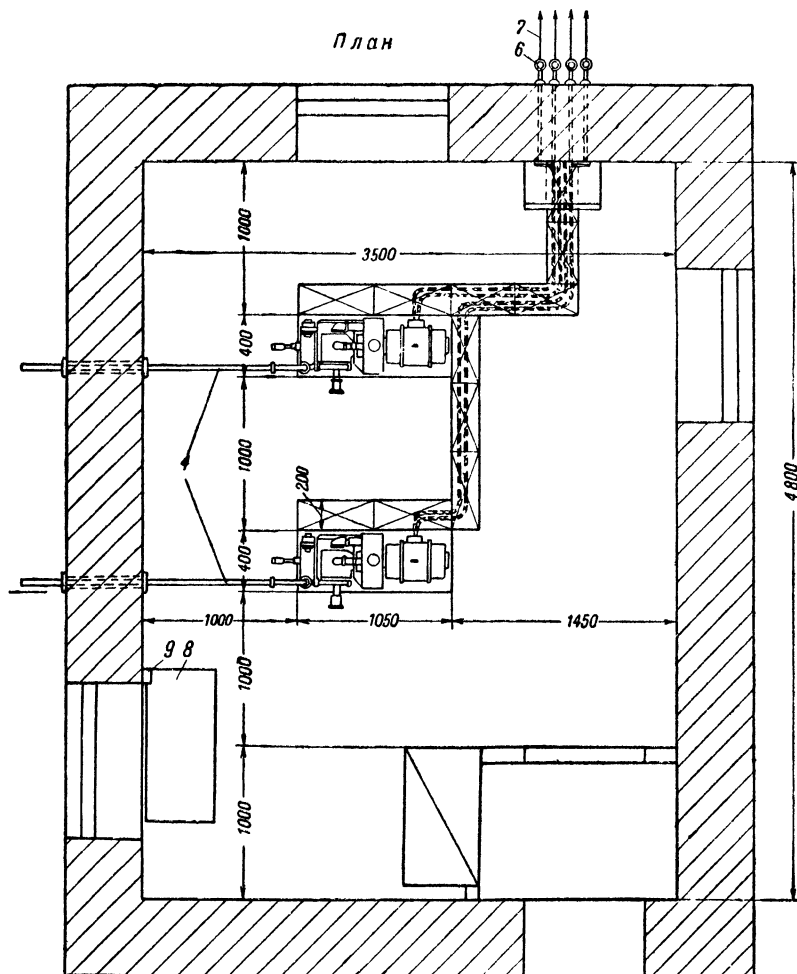
Основные данные типовых двигателей приведены в табл. 10-14.

ТАБЛИЦА 10-14

Данные	Тип двигателя		
	Л-3/2	1МЧ-10,5/13	1Д-16/20
Мощность, <i>л.с.</i>	3	10	15
Число тактов	4	4	2
Число цилиндров	1	1	1
Диаметр цилиндра, <i>мм</i>	65	105	160
Число оборотов в минуту	2 200	1 500	650
Горючее (топливо)	Бензин второго сорта	Соляровое масло	Моторное топливо марки М ₃
Расход горючего на 1 <i>л.с.</i> в час, <i>г</i>	335	240	220
Смазочное	Автол 8 или 10	Автол 18	Моторное масло марки М
Расход смазочного на 1 <i>л.с.</i> в час, <i>г</i>	20	10	15
Размеры, <i>мм</i>			
длина	620	624	945
ширина	492	646	845
высота	750	1 000	1 160
Вес двигателя без воды и горючего, <i>кг</i>	81	246	900

Размещение оборудования электростанций

Помещения электростанций радиотрансляционных узлов с тепловыми двигателями должны быть огнестойкими, сухими и теплыми. Стены и потолок должны быть кирпичными, бетонными или из других несгораемых материалов. Пол должен быть из метлахских плиток, бетона или асфальта. Если стены и потолок деревянные, то они должны быть покрыты огнезащитным слоем (штукатуркой, обивкой из кровельной стали по войлоку, пропитанному глиной, и т. п.).



Фиг. 10-17. Расположение оборудо

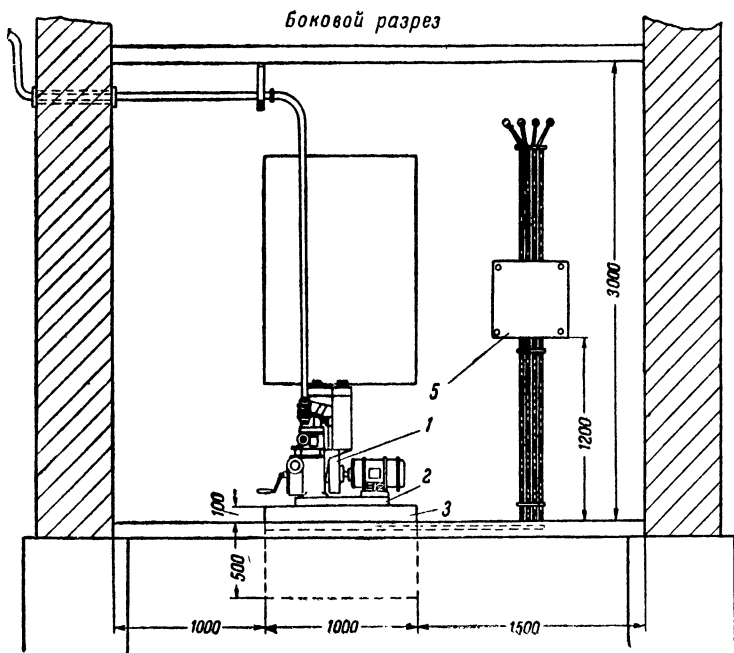
Типовая электростанция, принятая в Министерстве связи для 100-ваттных радиотрансляционных узлов, размещается в здании площадью 17 м² (фиг. 10-17).

Чтобы обеспечить бесперебойную работу радиотрансляционного узла в случае повреждения двигателя или генератора, а также при очередных ремонтах оборудования, на электростанции желательны два агрегата 1. Один из них — рабочий, а другой — резервный. Каждый агрегат состоит из двигателя Л-3/2 и генератора ЗДН-2500 и смонтирован на раме 2. Для более надежного крепления агрегата раму устанавливают на кирпичном или бетонном фундаменте 3. Отработанные газы выводятся наружу через выпускную трубу.

Для управления электрическими цепями на стене укрепляют силовой щиток 5, на котором монтируют рубильники и предохранители. От генераторов к щитку проложен под полом кабель, закрытый сверху стальными плитами. От щитка кабель выведен на укрепленные на наружной стене изоляторы 6, от которых в помещение станции узла идут голые воздушные медные провода 7, по которым подается ток для заряда аккумуляторов.

В помещении электростанции устанавливают стол 8 для мелкого ремонта и записей в журналах. Телефонный аппарат 9 служит для связи с аппаратной узла.

Горячее хранится отдельно в подземном хранилище в бочках.



вания электростанции.

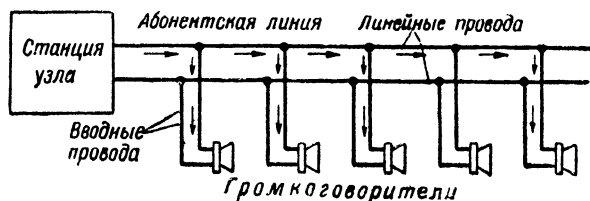
Обслуживание электростанций, оборудованных двигателями внутреннего сгорания, их осмотр, а также планово-предупредительный, средний и капитальный ремонт их оборудования производится в порядке и сроки, предусмотренные специальными инструкциями и правилами, которыми персонал электростанций и должен руководствоваться в своей повседневной работе.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫЕ СЕТИ

11-1. Типы радиотрансляционных линий

Схема простейшей радиотрансляционной сети показана на фиг. 11-1. Как видно, абонентские громкоговорители через вводные провода включены в абонентскую линию, питаемую от станции узла. Стрелками показано прохождение электрической энергии.



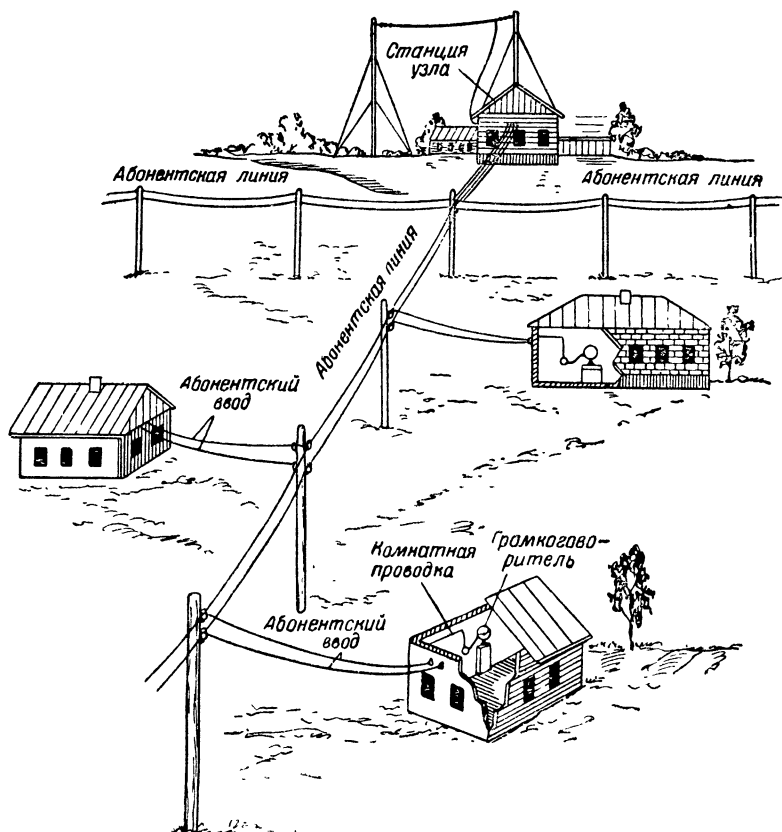
Фиг. 11-1. Электрическая схема абонентской линии.

Показанные на фиг. 11-1 линии являются абонентскими линиями, так как к ним непосредственно подключаются абонентские громкоговорители через домовую распределительную сеть (внутридомовую, проводку) и абонентские вводы. Радиотрансляционная сеть, содержащая только абонентские линии, присоединяемые непосредственно к станции радиотрансляционного узла, называется *однозвенной сетью*. Общий вид однозвенной сети с воздушными линиями показан на фиг. 11-2. Провода абонентских линий подвешиваются на столбах на укрепленных на них изоляторах.

Однозвенные сети применяют только на маломощных радиотрансляционных узлах, где число громкоговорителей невелико и где не требуется строительства длинных линий. На более крупных узлах, а также для питания громкоговорителей в населенных пунктах, удаленных от станции узла, применяют *двухзвенные сети* (фиг. 11-3).

Как видно из фиг. 11-3, от станции узла выходят уже не абонентские, а *фидерные* линии. Устройство фидерной линии по внешнему виду обычно не отличается от устройства абонентской линии. Разница между ними заключается главным образом в том, что в фидерную линию подается повышенное напряжение и к ней подключены не громкоговорители, а абонентские трансформаторы, питающие уже абонентские линии. Энергия вещательной передачи со станции узла поступает в *фидерный трансформатор*, который повышает напряжение. Если станционная аппаратура развивает достаточно высокое напряжение, то фидерная линия

часто подключается к ней без фидерного трансформатора. Абонентский трансформатор является понижающим. Число витков в обмотках абонентского трансформатора выбирают так, чтобы напряжение на вторичной обмотке, т. е. на зажимах 2-2 (фиг. 11-3) равнялось 30 в. Так как понижающий трансформатор обладает свойством увеличивать сопротивление нагрузки, подключенной через него к фидерной линии, в n^2 раз, где n — коэффициент трансформации этого трансформатора, то через понижающий



Фиг. 11-2. Абонентские линии (однозвенная сеть).

трансформатор можно подключить к линии в n^2 раз больше громкоговорителей, чем без трансформатора. Этим объясняется то, что применение фидерных линий, т. е. системы двухзвенной сети, позволяет питать — при том же качестве работы — радиоточек значительно больше и удаленных на большие расстояния.

В двухзвенной сети первым звеном является абонентская линия, а вторым — фидерная линия. В фидерную линию включается несколько аба-

тип У — в районах с большим гололедом (толщина стенки гололеда до 15 мм включительно);

тип ОУ — в районах с очень сильным гололедом (толщина стенки гололеда более 15 мм).

По способу сооружения линии могут быть подземные и воздушные. Подземные линии выполняют из проводов с пластмассовой (обычно хлорвиниловой) оболочкой и зарывают их в землю. Воздушные столбовые линии выполняются из голых проводов (проволоки), укрепляемых с помощью изоляторов на установленных в землю столбах.

11-2. Устройство столбовых радиотрансляционных линий и абонентской проводки

Проволока

Линейная проволока. В качестве проводов, по которым ведется передача, между опорами (столбами) подвешивают голую неизолированную проволоку, называемую линейной. Линейная проволока может быть стальная (раньше ее называли железной), медная и биметаллическая. Стальная проволока на воздухе быстро повреждается коррозией (ржавчиной). Для удлинения срока службы проволоку на заводе покрывают слоем цинка. Неоцинкованная проволока покрывается олифой для предохранения от коррозии при хранении на складе. Медная и биметаллическая проволока служит дольше стальной и при том же диаметре обладает значительно меньшим электрическим сопротивлением (создает меньшее затухание). Однако эта проволока дороже стальной и более дефицитна. Поэтому в сельских сетях ее применяют редко и лишь в тех случаях, когда нагрузка линии больше допустимой по нормам для стальной проволоки.

Материал и диаметр проволоки, применяемой для воздушных линий, указаны в табл. 11-1.

Чем больший гололед бывает в данном районе, тем прочнее должна быть проволока, т. е. тем больше должен быть ее диаметр. Проволока диаметром 1,5 мм на линиях О и Н и проволока диаметром 2, 2,5 и 3 мм на линиях типа У и ОУ может применяться только для абонентских линий. Для оборудования абонентских вводов в слабо гололедных районах применяют стальную проволоку диаметром 1,5 мм, а в сильно гололедных районах — диаметром 2 мм.

На 1 км двухпроводной линии из стальных проводов расходуется проволоки диаметром 2 мм — 50 кг, диаметром 3 мм — 112 кг, диаметром 4 мм — 200 кг. Биметаллической проволоки расходуется на 6% больше, чем стальной.

Перевязочная проволока служит для крепления линейной проволоки к изоляторам. Диаметр перевязочной проволоки выбирают в зависимости от диаметра линейной проволоки. Для стальной линейной проволоки применяют стальную мягкую оцинкованную перевязочную проволоку, для медной — мягкую биметаллическую или мягкую медную, а для биметаллической проволоки — мягкую биметаллическую.

Размеры перевязочной проволоки указаны в табл. 11-2.

Спаечную проволоку применяют для соединения концов линейных проводов. Для стальной линейной проволоки применяют мягкую стальную оцинкованную спаечную проволоку диаметром 1 мм, для медной и биметаллической линейной проволоки диаметром 2,5 и 3 мм — мягкую медную спаечную проволоку диаметром 1 мм, а для линейной проволоки больших диаметров — спаечную проволоку диаметром 1,5 мм.

ТАБЛИЦА 11-1

Тип линии	Материал проволоки	Диаметр проволоки в мм для линии напряжением		Нормальная длина пролета (расстояние между опорами) в мм для линий напряжением	
		не более 360 в	более 360 в	не более 360 в	более 360 в
О	Сталь	1,5—5	3—5	60	60
	Медь	2,5—4	3—4		
	Биметалл	2—4	3—4		
Н	Сталь	1,5—5	4—5	60	50
	Медь	2,5—4	3—4		
	Биметалл	2—4	3—4		
У	Сталь	2—5	4—5	50	40
	Медь	2,5—4	4		
	Биметалл	2—4	4		
ОУ	Сталь	2—5	5	40	35
	Медь	2,5—4	4		
	Биметалл	2—4	4		

ТАБЛИЦА 11-2

Диаметр линейной проволоки, <i>мм</i>	Диаметр пере- вязочной про- волоки, <i>мм</i>	Длина каждого куска перевязочной про- волоки в <i>см</i> (вязку делают двумя кусками)			Расход перева- зочной сталь- ной проволоки на 1 <i>км</i> провода на новые рабо- ты в <i>кг</i> при длине пролета 50 <i>м</i>
		на прямой линии	на угловом столбе при выле- те угла		
			до 7,5 <i>м</i>	свыше 7,5 <i>м</i>	
1,5	1,2	40	65	50	0,175
2,0	1,2	45	65	55	0,185
3,0	2,0	55	55	55	0,600
4,0	2,5	55	55	55	0,900
5,0	2,5	65	65	65	1,060

Изоляторы

В зависимости от диаметра подвешиваемых линейных проводов следует устанавливать следующие типы изоляторов:

для проводов диаметром 5 мм — фарфоровые изоляторы ТФ-2 (высота 108 мм, диаметр внизу 75 мм); стеклянные ТС-2; ШО-70 (ответвительные);

для проводов диаметром от 2,5 до 4 мм — фарфоровые изоляторы ТФ-3 (высота 86 мм, диаметр внизу 61 мм); стеклянные ТС-3; ШО-16 (ответвительные);

для проводов диаметром 1,5—2 мм — изоляторы ТФ-4 (высота 67 мм, диаметр внизу 49 мм); ТФ-4; ШО-12.

Изоляторы типа ШО применяются на абонентских линиях в местах подключения абонентских вводов, а также для устройства контрольных пунктов. Для абонентских вводов устанавливают также фарфоровые изоляторы ТФ-5 (высота 47 мм, диаметр внизу 40 мм) или стеклянные ТС-5.

Крюки

Крюки служат для крепления изоляторов на деревянных опорах (столбах) или на стенах зданий.

Применяют следующие круглые стальные крюки:

для изоляторов ТФ-2, ТС-2 и ШО-70 — крюки КН-18 (длина 210 мм, высота 150 мм, диаметр 18 мм);

для изоляторов ТФ-3, ТС-3 и ШО-16 — крюки КН-16 (длина 170 мм, высота 110 мм и диаметр 16 мм);

для изоляторов ТФ-4, ТС-4 и ШО-12 — крюки КН-12 (длина 130 мм, высота 80 мм и диаметр 12 мм);

для изоляторов ТФ-5 — крюки КР-10 (длина 94 мм, высота 59 мм и диаметр 10 мм) или для гололедных районов — крюки КР-8 (диаметр 8 мм).

На углах с большим тяжением проводов, а также на оконечных опорах для проводов диаметром 3 мм и выше применяют усиленный крюк КН-20 (диаметр 20 мм).

Опоры

Размеры столбов. Деревянные столбы для линий делают из лиственницы, сосны, кедра, ели и пихты. При отсутствии древесины этих пород допускается изготовление столбов из ольхи, сосны, тополя, конского каштана, вяза (ильмы, карагача), березы, ивы, липы, клена, ясеня и арчи.

Столбы изготовляют длиной: 5,5; 6; 6,5; 7,5; 8,5; 9,5 и 11 м, а приставки — длиной 2,75; 3,25; и 3,5 м. Размер столбов выбирают в зависимости от числа проводов, местности, где строится линия, и напряжения в линии (чем больше напряжение в линии, тем выше требуются столбы). Размеры сосновых столбов для линий, проходящих по населенной и ненаселенной местностям, указаны в табл. 11-3.

Пропитка опор. Для предохранения от гниения и для увеличения срока службы столбы необходимо пропитывать противогнильными составами. В сельских условиях для пропитки можно применять следующие способы пропитки.

При пропитке по способу битумной обмазки пропитывают все столбы (кроме столбов из дуба, лиственницы и арчи) свежесрубленные или сырые и приставки с влажностью не менее 60%. Влажность свежесрубленной древесины, пролежавшей в коре не более 10—15 дней в летнее время, не определяется.

ТАБЛИЦА 11-3

Число проводов	Тип линии О			Тип линии Н			Тип линии У			Тип линии ОУ		
	Длина пролета, м	Общая длина столба, м	Наименьший диаметр столба в вершине, см	Длина пролета, м	Общая длина столба, м	Наименьший диаметр столба в вершине, см	Длина пролета, м	Общая длина столба, м	Наименьший диаметр столба в вершине, см	Длина пролета, м	Общая длина столба, м	Наименьший диаметр столба в вершине, см

Для ненаселенной местности

Линии с напряжением не более 360 в

2	83,3	5,5—6	10	62,5	5,5—6	10	50	5,5	11	50	5,5	11
4	83,3	6,0	11	62,5	6,0	11	50	6,0	13	50	6,0	13

Линии с напряжением более 360 в

2	60	7,5	14	50	7,5	15	40	7,5	15	35	7,5	15
4	60	8,5	14	50	8,5	16	40	8,5	16	35	8,5	16

Для населенной местности

Линии с напряжением не более 360 в

2	60	7,5	14	60	7,5	14	50	7,5	14	40	7,5	14
4	60	8,5	16	60	8,5	16	50	8,5	16	40	8,5	17

Линии с напряжением более 360 в

2	60	8,5	16	50	8,5	16	40	8,5	16	35	8,5	17
4	60	9,5	17	50	9,5	17	40	9,5	17	35	9,5	19

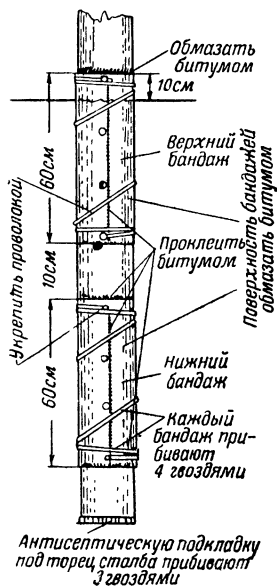
Изготовить битумную обмазку можно по следующему рецепту. Нефтяной битум № 3, № 4 или № 5 в количестве 17% (по весу) разрубают на куски величиной не более спичечной коробки и расплавляют в котле на небольшом огне до полного разжижения битума. Битум при этом тщательно перемешивают, иначе будет происходить бурное вспенивание его, он будет переливаться через край котла и может воспламениться. В расплавленный и снятый с огня битум небольшими порциями прибавляют зеленое масло в количестве 17% (по весу), все время перемешивая состав. Затем берут уралит, или триолит, или же технический фтористый натрий в количестве 50% (по весу) и перемешивают с водой в количестве 16% (по весу), куда прибавляют, все время перемешивая, ранее приготовленный раствор битума в зеленом масле, охлажденный до 35—40°.

Для пропитки столбов их накатывают на подкладки толщиной 10—15 см, чтобы обрабатываемая часть столба не касалась грунта. Битумную обмазку наносят кистью сплошным и ровным слоем на тщательно очищенную от коры и луба комлевую часть столба за длине 1,2 м так, чтобы после установки столба выше уровня грунта находилось 10—15 см обработанной поверхности. Обмазку наносят также и на торец комля. В зависимости от диаметра опоры на каждый столб расходуется от 750 до 1500 г обмазки.

После затвердевания битумной обмазки (через 3—5 час.) поверх нее наносят кистью гидроизоляционную массу, которую затем присыпают песком или опилками. Наиболее простая гидроизоляционная масса это — битум № 4 или № 5.

После пропитки столбы выдерживают в штабелях не менее 2 мес., чтобы антисептик хорошо проник в древесину.

Пропитка по бандажному способу применяется для тех же столбов и приставок, что и по способу битумной обмазки. По этому способу пропитку производят на линии перед установкой столба или приставки наложением двух бандажей на комель и подкладки под торец столба (фиг. 11-4). Бандаж изготавливают из толя, рубероида, толь-кожи или пергамина (табл. 11-4).



Фиг. 11-4. Расположение пропиточных бандажей на столбе.

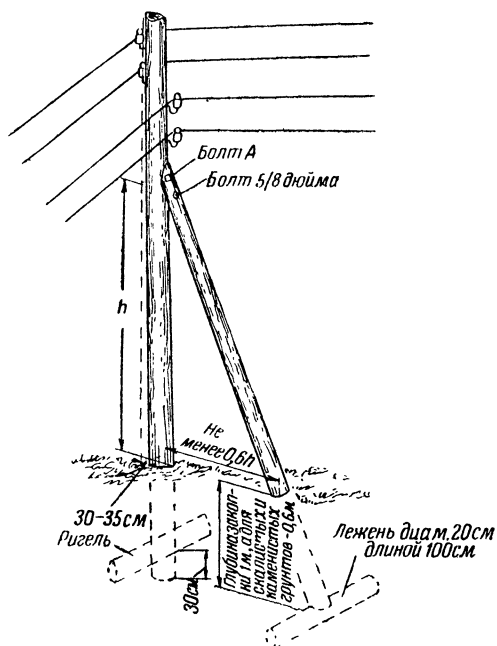
ТАБЛИЦА 11-4

Размеры бандаж, см		Состав пасты		Объем пасты, см ³
Ширина	Длина	Уралит или триолит, кг	Клей-экстракт сульфитных щелоков, кг	
60	65	0,20	0,09	250
60	80	0,25	0,12	350
60	100	0,30	0,15	440

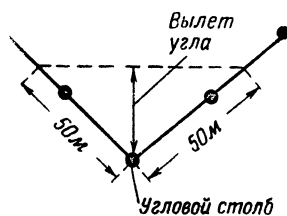
На торцевую бандажную подкладку расходуется 20—25 г пасты.

Если нет уралита или триолита, то для пропитки столбов можно использовать технический фтористый натрий или плава фтористого натрия. Для каждого бандажного технического фтористого натрия требуется на $\frac{1}{5}$ часть (по весу) больше, чем уралита, а плава фтористого натрия — в 3 раза больше, чем уралита.

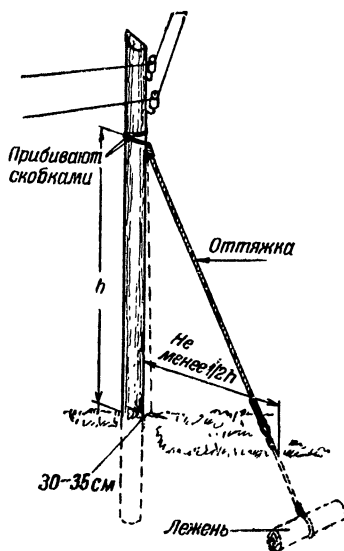
Вместо экстракта сульфитных щелоков в качестве клея для изготовления антисептической пасты можно применять различные вязкие густые смолы: газовую, торфяную, сланцевую, древесную, газогенераторную (древесную и каменноугольную) и др.



Фиг. 11-5. Укрепление угловой опоры подпорой.



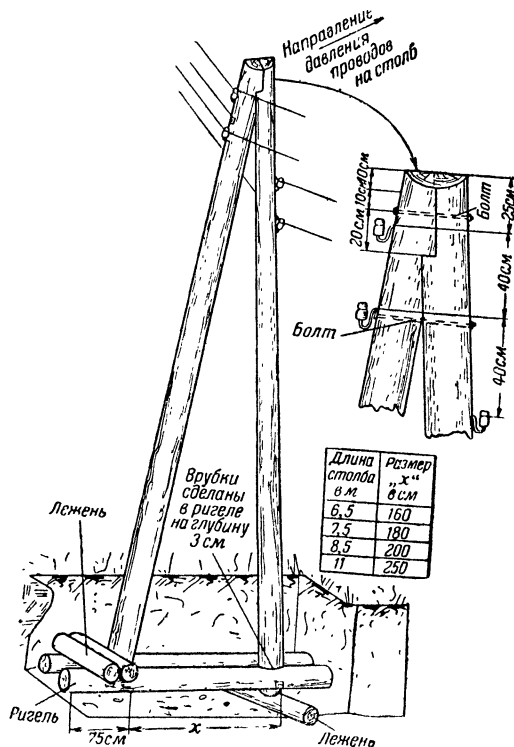
Фиг. 11-6. Вылет угла.



Фиг. 11-7. Укрепление угловой опоры оттяжкой.

Антисептическая паста, приготовленная смешиванием антисептика (уралита, фтористого натрия) со смолой, легко намазывается на столб и не стекает. Приготовление пасты несложно: к порошкообразному антисептику постепенно при перемешивании прибавляют смолу до получения густой пасты, которую легко нанести на столб кистью. Так как вязкость применяемых смол различна, то в каждом отдельном случае соотношение легко установить смешиванием определенных количеств антисептика и смолы до получения требуемой густоты пасты.

Защищаемую бандажом часть столба очищают скобелем от коры, дуба и грязи. Столб укладывают так, чтобы комлевая часть его, приподнятая на подкладке, находилась над ямой. Затем кистью равномерным слоем наносят пасту на защищаемую часть столба и подводят под эту часть бандаж. Второй рабочий берет бандаж обеими руками и плотно обертывает



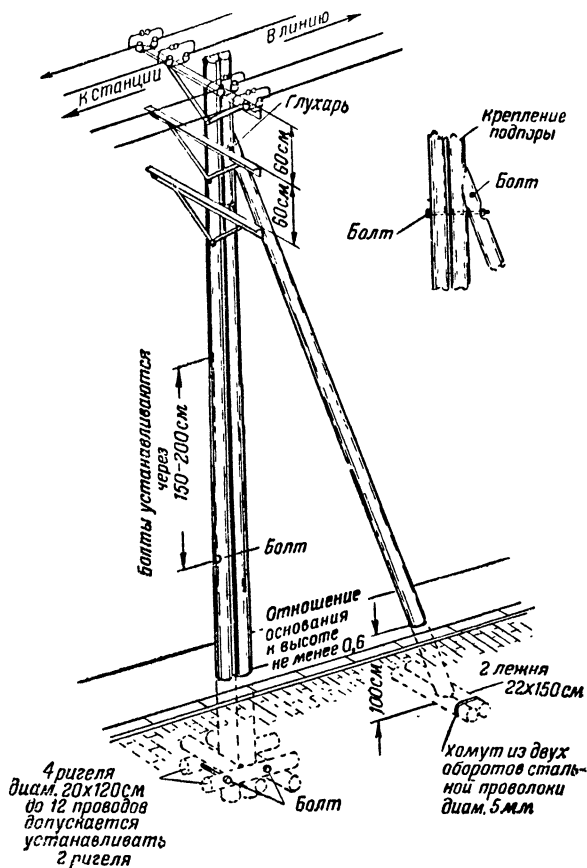
Фиг. 11-8. А-образная опора.

вадет им столб, постепенно обжимая бандаж ладонями снизу вверх. Наложенные бандажы прибивают толевыми гвоздями, а края притягивают стальной проволокой диаметром 1—1,5 мм (фиг. 11-4). После укрепления бандажей и торцевой подкладки поверхность их покрывают гидроизоляционной массой (см. способ битумной обмазки), а края бандажей и подкладки приклеивают к древесине битумом. Нанесенную обмазку присыпают песком или землей.

Пропитка по способу битумной обмазки и бандажному способу удлиняет срок службы столбов в 2—4 раза.

Простые опоры. Одинарные столбы используют обычно в качестве промежуточных опор. Опоры, установленные на углах линий, испытывают значительное натяжение проводов в сторону угла, образованного прово-

дами, и поэтому, во избежание их наклона в сторону этого угла, угловые опоры укрепляют подпорами или оттяжками. Укрепление столба подпорой изображено на фиг. 11-5. Показанные на этой фигуре ригель и болт А устанавливают лишь в гололедных районах и при вылете угла более 10 м¹



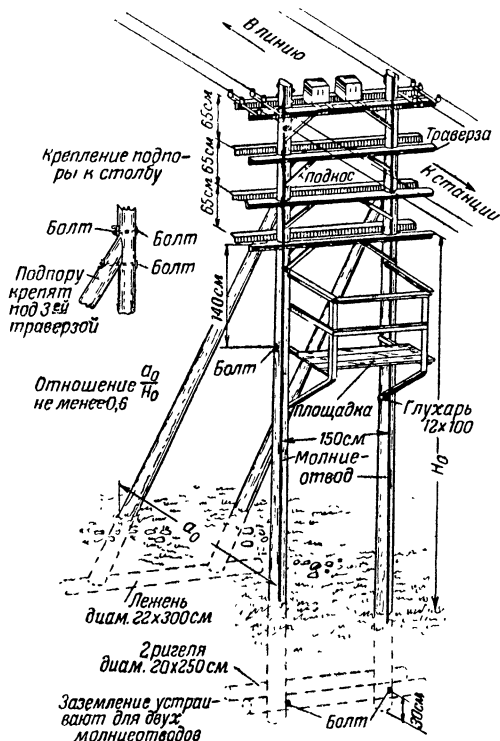
Фиг. 11-9. Выводная опора—двойной столб.

Если подпору сделать невозможно, устраивают оттяжки (фиг. 11-7). При этом в слабых грунтах под комель опоры подкладывают камень, доску или обрубок столба. Оттяжки изготовляют из проволоки диаметром 4—5 мм; в каждой оттяжке может быть в зависимости от угла от 2 до 7 проволок.

¹ Вылетом угла называется расстояние от вершины угла до прямой линии, проведенной между двумя точками, отстоящими от угла на 50 м (фиг. 11-6).

А-образные опоры. На больших углах, когда невозможно устроить ни оттяжку, ни подпору, применяют А-образные опоры (фиг. 11-8).

Выводные опоры. Первая опора, устанавливаемая у станции узла, называется выводной опорой. На выводную опору выводятся все провода со станции и затем с этой опоры они расходятся по различным на-



Фиг. 11-10. Выводная опора полуанкерная.

правлениям. При числе проводов не более 12 в качестве выводной опоры берут один столб с подпорой, а при числе проводов более 12 — сдвоенный столб (фиг. 11-9). Если на таких выводных опорах разместить все фидерные трансформаторы затруднительно, то выводную опору выполняют из двух столбов с подпорами — получается полуанкерная опора (фиг. 11-10).

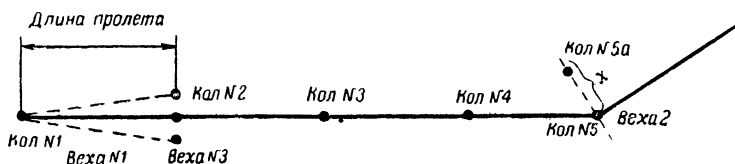
Разбивка линии

Работы по строительству линии начинаются с ее разбивки, т. е. с разметки мест рытья ям.

Линия должна быть прямой от поворота до поворота, столбы должны быть установлены на одинаковом расстоянии друг от друга, общая длина

линии должна быть наименьшей. Для удобства последующего обслуживания линию строят вдоль дорог за их канавами (обочинами). Разбивку ведут от поворота до поворота линии. Повороты являются исходными точками для разбивки. При разбивке следует точно соблюдать длину пролета и требуемые расстояния от линии до различных предметов. При разбивке линии в холмистой местности следует избегать установки столбов разной длины, если можно ограничиться сдвигом их вдоль линии в ту или иную сторону не более чем на 5 м. Если между двумя столбами линии имеется понижение местности и там должен быть установлен промежуточный столб, то место установки должно быть выбрано так, чтобы провод, прикрепленный к изолятору, не был сорван тяжением провода. Места установки столбов отмечают деревянными колышками.

Для разбивки линии необходимо иметь: а) мерную цепь для промера пролетов; б) топор для заготовки и забивки в землю деревянных колышков; в) деревянные круглые вехи (шесты) длиной 3—4 м; г) полевой бинокль; д) флажки или свисток для сигнализации.



Фиг. 11-11. Разбивка линии на прямом участке.

На прямом участке разбивку производят тремя вехами (фиг. 11-11) в следующей последовательности: а) на избранном направлении в точках поворота линии устанавливают по одной вехе (1 и 2); б) у первой вехи забивают колышек № 1; в) от первой вехи отмеряют расстояние, равное длине пролета, и в этом месте устанавливают третью веху так, чтобы она находилась на одной прямой с первой и второй вехами; для этого заходят за веху № 1 и смотрят на нее так, чтобы из-за нее веха № 2 не была видна; затем рабочему, держащему веху № 3, дают сигнал передвигать эту веху влево или вправо до тех пор, пока она также не будет видна за вехой № 1, т. е. будет находиться на одной прямой с вехами № 1 и № 2. После этого на место вехи № 3 забивают колышек № 2, отмечающий место установки столба № 2; от колышка № 2 снова делают промер для следующего пролета и с помощью третьей вехи отмечают место установки столба № 3 и т. д. Подвигаясь, таким образом, вперед, колышками отмечают места установки всех остальных столбов. В точках поворота линии, кроме основного вертикального колышка забивают второй наклонный, отмечая таким знаком угловой столб.

Особенно тщательно следует разбивать прямые участки линии большого протяжения. Для их разбивки требуется бинокль и более длинные вехи.

На криволинейных участках следует избегать большого числа угловых опор. Необходимо спрямить линию так, чтобы число угловых опор было наименьшим. Углы с вылетом более 15 м, т. е. более 135°, делать не следует. В гололедных районах на кривых участках линии при вылете угла до 10 м включительно длину пролетов, смежных (соседних) с угловой опорой, берут нормальной. В гололедных же районах длину пролетов, смежных с угловой опорой, берут нормальной только при вылете до

7,5 м включительно. При вылетах же свыше указанных величин длину смежных пролетов берут равной половине нормальной.

Угловые столбы устанавливают отнесением колья в сторону тяги проводов, т. е. с уклоном. Поэтому при разбивке угла вбивают два колышка: один — № 5 (фиг. 11-11) на действительном углу, а другой — № 5а внутри угла на расстоянии 30—35 см. Колышек № 5а указывает место установки углового столба.

Рытье ям

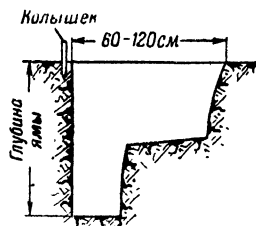
Ямы роют различной глубины в зависимости от длины столба и от грунта. Нормальная глубина ямы при числе проводов на столбе не более 4 указана в табл. 11-5. При числе проводов более 4 яму роют на 10 см глубже.

ТАБЛИЦА 11-5

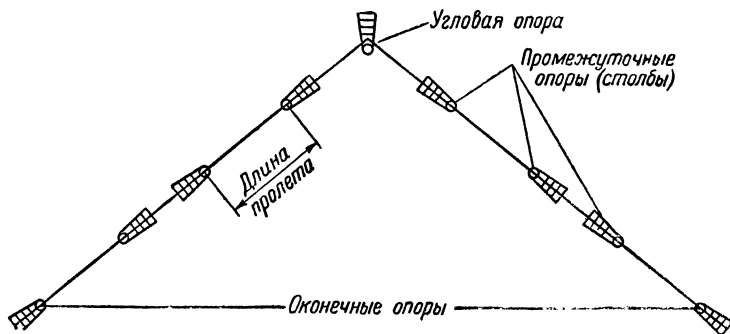
Грунт	Мягкий или глинистый грунт						Твердый грунт					
	5,5	6	6,5	7,5	8,5	9,5—11	5,5	6	6,5	7,5	8,5	9,5—11
Длина столба, м . . .	5,5	6	6,5	7,5	8,5	9,5—11	5,5	6	6,5	7,5	8,5	9,5—11
Глубина заковки, м	0,95	1,15	1,25	1,55	1,65	1,75	0,8	1,0	1,1	1,4	1,5	1,6

При рытье лопатой для удобства работы яму делают с уступом (фиг. 11-12) и с расширением в сторону уступа. Вырытые лопатой ямы на линии должны быть расположены так, как показано на фиг. 11-13.

Ямы во всех грунтах, кроме каменных и скалистых, можно рыть буровом (фиг. 11-14). Такой буров, по форме напоминающий обычный буров, имеет две боковые режущие плоскости конусообразной формы, согнутые по кругу. Режущие плоскости соединены нижними концами с ведущим винтом, а верхними концами — с рукояткой из стальной трубы. Яму роют два рабочих, вращая буров за рукоятку. Время от времени буров вынимают для выбрасывания земли.



Фиг. 11-12. Яма для опоры.



Фиг. 11-13. Расположение ям на линии.

Для удаления камней и корней применяют лом. Для установки столба в такую яму применяют деревянный направляющий лоток.

Расстояние между столбами (т. е. длина пролета) различно для разных районов (табл. 11-3); чем сильнее гололед в данной местности, тем прочнее должна быть линия и тем меньше расстояние должно быть между столбами.

Оснастка опор

Устанавливаемые столбы должны быть очищены от коры и луба.

Перед установкой столбов производят их оснастку. Вершины столбов затесывают на два ската (фиг. 11-15), чтобы дождевая вода не задерживалась на вершине столба, а стекала вниз. В столбе просверливают отверстия для крюков на 2 мм меньше диаметра крюка и ввертывают крюки с помощью специальных ключей. На фиг. 11-15 такой ключ висит на нижнем крюке. На промежуточных столбах в негололедных районах крюки не довертывают до столба на 2 см; на угловых столбах и на всех столбах в гололедных районах крюки ввертывают до конца.

После ввертывания крюков насаживают на них изоляторы. На вершину крюка накладывают конец каболки (смоляной пакли), которую затем наворачивают плотными рядами на штыревой конец крюка по длине нарезки изолятора. Толщина каболки должна быть такой, чтобы изолятор наворачивался с большим усилием. Навертывание каболки производят по часовой стрелке, т. е. в ту же сторону, в которую будет наворачиваться

Фиг. 11-14. Бурав для рытья ям.

Фиг. 11-15. Расположение крюков на опоре.

изолятор. После наворачивания каболки второй конец ее распускают и отгибают кверху. Затем на крюк наворачивают доотказа изолятор (предварительно хорошо очищенный от пыли и грязи), вращая его обеими руками при одновременном надавливании вниз. При последнем обороте изолятор устанавливают так, чтобы желобок на головке совпадал с направлением проводов. Вращение изолятора в обратную сторону не допускается. В случае несовпадения желобка с направлением провода изолятор снимают и процесс насадки производят вновь.

При наворачивании стеклянных изоляторов надо надевать рукавицы, чтобы не порезать руки.

Установка опор

Для облегчения подъема столба в вырытую лопатой яму устанавливают доску, которая должна выступать над поверхностью земли.

Проверив глубину ямы, оснащенный опору укладывают вдоль намеченного направления. Комель столба не должен доходить до стенки ямы на 30—40 см. Для лучшего скольжения комля столба по доске при подъеме часть комля, соприкасающуюся с доской (кромку), слегка стесывают топором. Один из рабочих во время подъема столба держит доску вертикально и направляет комель столба. Остальные рабочие берут руками опору за вершину, поднимают ее, одновременно с этим проталкивая до упора ее в доску. Когда опора поднята настолько, что дальнейший подъем ее вручную невозможен, один из рабочих подпирает вершину опоры ухватом, а другие баграми предохраняют опору от падения на сторону. Затем остальные рабочие передвигаются ближе к середине опоры и продолжают ее подъем; вслед за этим рабочие с ухватом и баграми передвигаются так, чтобы нижняя часть ручки ухвата все время передвигалась по земле. После подъема опоры доску вынимают и придают опоре вертикальное положение, выравнивая ее в линию с ранее установленными.

Если после подъема опоры и предварительной подсыпки земли крюки с изоляторами или траверзы оказались неправильно расположенными по отношению к направлению линии (т. е. не перпендикулярно к будущим проводам, например, на прямом участке), то производят кантовку опоры, т. е. поворот опоры вокруг ее оси, чем достигается правильное расположение траверз или крюков по отношению к направлению линии. Для этого опору обхватывают хомутом из проволоки или веревки, просовывают между этим хомутом и опорой конец лома, затем давлением на второй (длинный) конец лома поворачивают опору до нужного положения. На прямой линии траверзы соседних опор должны быть с разных сторон опор.

Землю вокруг установленного столба нужно тщательно утрамбовать и во избежание скопления воды около комля столба сделать небольшую насыпь.

Размотка и соединение проводов

После установки опор приступают к размотке проволоки и соединению ее концов. При размотке проволоки необходимо следить, чтобы не образовались барашки, т. е. петли провода, которые при натяжении проводов служат причиной их обрыва. Для размотки проволоки применяют специальные тамбуры. При отсутствии тамбура для разматывания проволоки моток ее катят вдоль линии, концы ее соединяют.

Сварка стальных проводов. Скручивание между собой концов проводов не обеспечивает надежного электрического соединения их, поэтому их сваривают. Для этого применяют электросварку — сварочными агрегатами, или термитную — с помощью патронов из термита. Патроны огнеопасны, поэтому обращаться с ними нужно осторожно.

Для сварки проводов торцы концов их подравнивают напильником под прямой угол. Концы свариваемых проводов зажимают в клещи (фиг. 11-16), при этом крючок фиксатора должен быть установлен на штифт. Провода выравнивают так, чтобы стык проводов находился примерно на середине между клеммами клещей. Затем крючок фиксатора откидывают, разводят клещи доотказа, на конец провода, зажатый в не-

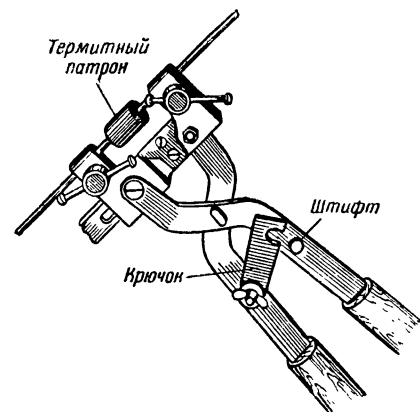
подвижном зажиме, надевают патрон и сводят клещи до стыка проводов. Патрон сдвигают на стык так, чтобы стык приходился как раз в середине патрона. После установки патрона, сдвинув защитные очки на глаза, зажигают специальную термитную спичку и прикасаются ее горячей частью к патрону до тех пор, пока он не воспламенится. Когда патрон сгорит, плавно сжимают клещи доотказа и держат их в этом положении до потемнения шлака патрона. После этого снимают с провода клещи, сбивают шлак и очищают провод от остатков шлака.

Если при сварке давление на рычаги клещей было нормальным, вокруг стыка проводов образуется гладкий наплыв металла (венчик). При недостаточном усилии, приложенном к рычагам в момент сжатия

при сварке, венчика не получается (фиг. 11-17). В таких случаях сварка получается неудовлетворительной и провода необходимо пераварить.

При сращивании проводов на земле качество сварки проверяют вытяжкой провода блоками, а при сращивании подвешенных проводов — резким опусканием блоков; при плохой сварке провод в месте сварки обрывается. Если сварка сделана удовлетворительно, блоки снимают, а сваренное место (пока провод еще горячий) для защиты от коррозии покрывают защитным составом: суриком, растертым на олифе, или же битумом № 5.

Во избежание ожогов рук удобно пользоваться держателем Лаптева для термитных спичек. Этот держатель (фиг. 11-18) нетрудно сделать самому. Он состоит из пружинящих щипцов 1, из-



Фиг. 11-16. Клещи для термитной сварки проводов.

готовленных из листовой стали толщиной 2—2,5 мм, по наружной стороне которых может передвигаться сжимающая муфта 2 с укрепленным на ней защитным конусом 3 из жести. При пользовании держателем муфта вместе с манжетой отводится к левому концу щипцов, а термитная спичка вставляется между разошедшимися концами щипцов. После этого муфту и манжету сдвигают вправо и зажимают спичку в углублениях между концами щипцов.

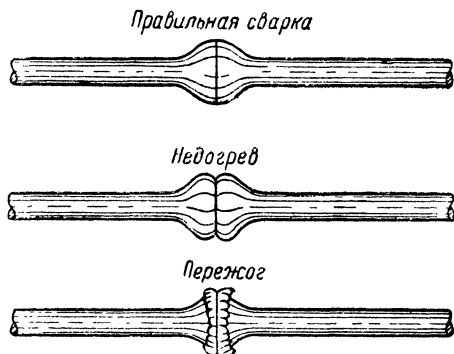
Спайка стальных проводов. При невозможности сделать сварку проводов, кочцы их соединяют спайкой. Для этого концы соединяемых проводов зачищают личным напильником или наждачной бумагой до блеска, неровные концы отрезают. Затем, отступя на 5—8 см от конца каждого провода, облуживают оба конца на длину спайки, прикладывают их один к другому (фиг. 11-19) и обматывают спаечной проволокой диаметром 1 мм на протяжении:

20 мм	при диаметре проводов 1,5 мм
40 "	при диаметре проводов 2—3 "
50 "	при диаметре проводов 4 "
70 "	при диаметре проводов 5 "

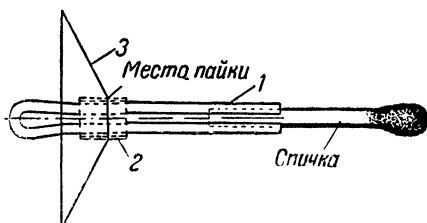
В середине обмотку делают вразгонку, как показано на фиг. 11-19. Концы линейных проводов по обе стороны обмотки загибают под прямым углом и продолжают обмотку далее на 6—8 оборотов вокруг одиночного линейного провода; загнутые концы линейных проводов отпиливают. Место соединения проводов смачивают лудильной водой и постепенно обливают (с ложки над котелком) расплавленным припоем ПОС-18 (18% олова). После пайки стык протирают масляной тряпкой и медленно остуживают на воздухе. Лудильную воду готовят из соляной кислоты, в которую бросают кусочки цинка до тех пор, пока не прекратится выделение газа, после чего кислоту фильтруют через бумагу или тряпку и добавляют к ней третью часть насыщенного раствора нашатыря.

Соединение медных и биметаллических проводов. Для соединения медных и биметаллических проводов применяют медные трубки длиной 150 мм для проводов диаметром 4 и 3,5 мм и 120 мм для проводов диаметром 3 мм. Для соединения проводов концы их вставляют в трубку и скручивают трубку на полтора оборота специальным клуппом и ключом.

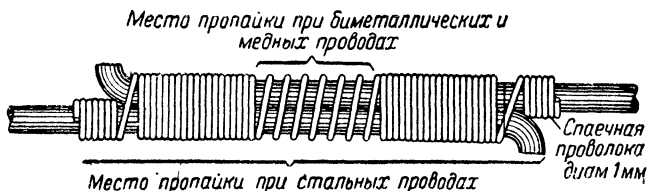
При отсутствии медных трубок концы медных и биметаллических проводов можно соединять также спайкой. Для проводов диаметром 3,5 и 4 мм применяют медную спаянную проволоку диаметром 1,5 мм, а для проводов диаметром 2,5—3 мм — диаметром 1 мм. Спайка производится припоем ПОС-40 (40% олова). Паять необходимо только середину места спайки. Вместо кислоты при спайке медных и биметаллических проводов применяют какифоль, разведенную в спирте.



Фиг. 11-17. Образцы сварки проводов.



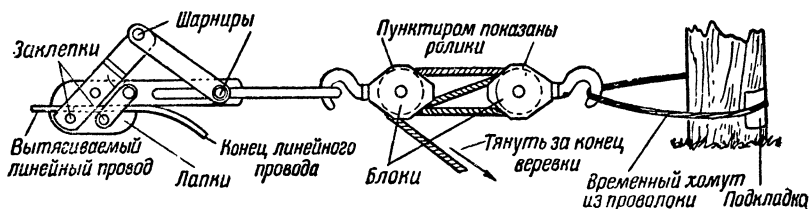
Фиг. 11-18. Держатель для термитной спички.



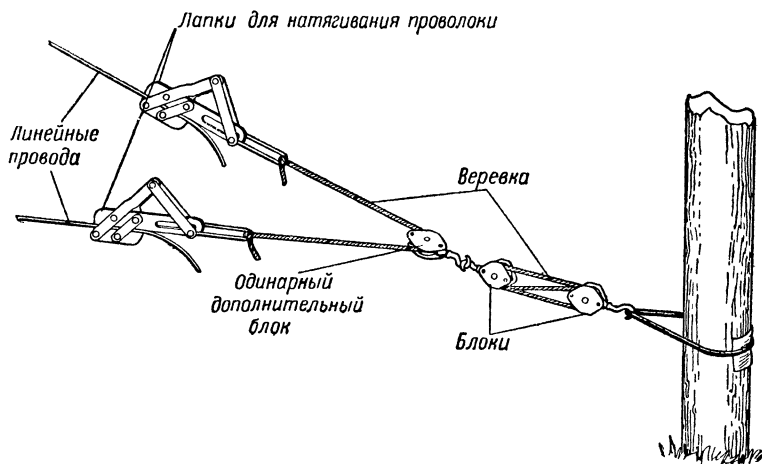
Фиг. 11-19. Образец спайки проводов.

Вытягивание и подвеска проводов

Для проверки прочности проволоку перед подвеской на изоляторы вытягивают блоками. Для захвата проволоки служат стальные параллельные лапки, которые не портят провод (фиг. 11-20). Проволока зажимается между нижней и верхней лапками тем сильнее, чем больше тяжение блоков. Медную и биметаллическую проволоку не вытягивают.



Фиг. 11-20. Вытягивание проволоки блоками.

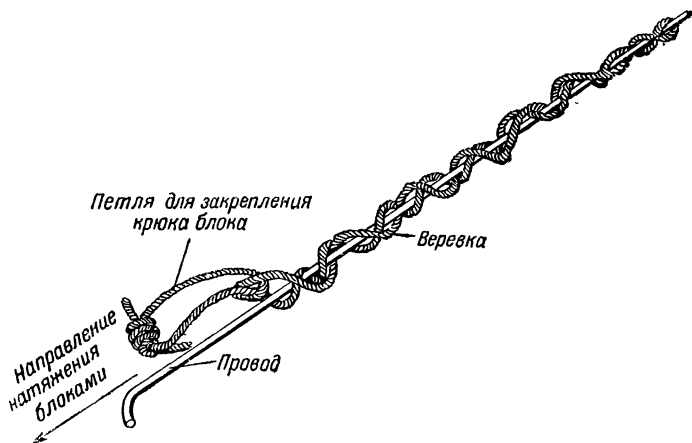


Фиг. 11-21. Одновременное натягивание двух проводов.

После вытяжки монтеры поднимаются с помощью когтей на столбы, бечевками поднимают проволоку наверх и кладут ее на изоляторы. Примерно через каждые 4—6 пролетов проволоку натягивают и закрепляют.

При подвеске двух проводов для ускорения работы надо натягивать сразу оба провода. Для этого берут еще одни лапки, отрезок веревки длиной 1 м и дополнительный одинарный блок. Каждый провод захватывают лапками, пропускают отрезок веревки через дополнительный блок и завязывают концы веревки за лапки. Дополнительный блок закрепляют за крючок основных блоков и стягивают их (фиг. 11-21). Благодаря дополнительному блоку, оба провода одновременно натянутся с одинаковой силой и получат одинаковую стрелу провеса. После этого оба провода перевязывают на изоляторах и отпускают блоки.

Вместо лапок для натягивания проводов можно применять веревку, скрученную по способу В. В. Крылова вокруг провода в виде спирали так, как показано на фиг. 11-22. Вережку надо взять длиной 1,5 м и диаметром 7—8 мм (такой же толщины, как и на блоках). Середина веревки прикладывается к проводу, который надо натянуть, и концами ее он перевивается так, чтобы один конец захлестывал другой вокруг провода. После 8 перевивов следует сделать петлю для крюка блока, за которую тянут блоками. Петлю делают, скручивая концы веревки вдвое (чтобы веревка не перетиралась крюком блока). Свитая в спираль веревка достаточно прочно удерживает провода любых диаметров. Для передвижения веревочной спирали по проводу достаточно ее сжать, после чего она свобод-



Фиг. 11-22. Способ Крылова натягивания проволоки без лапок.

но перемещается. Это может потребоваться в тех случаях, когда при натяжении провода блоки уже стянуты доотказа, а провод еще не натянут. Передвинув веревочную спираль вдоль провода, продолжают натяжение.

Провода натягивают так, чтобы стрелы провеса соответствовали величинам, указанным в табл. 11-6 и 11-7.

ТАБЛИЦА 11-6

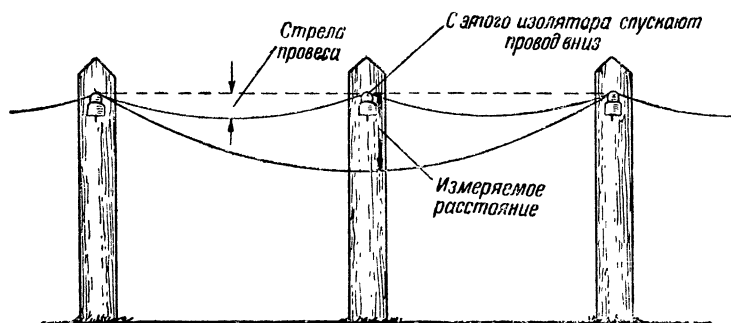
Стрела провеса в см для проводов диаметром 5, 4, 3 и 2,5 мм

Температура воздуха, при которой подвешивают провода, градусы	Длина пролета, м			
	40	50	62,5	83,3
—20	17	27	38	67
—10	22	33	46	77
0	27	40	54	87
+10	34	47	63	98
+20	40	55	71	109
+30	47	62	81	120

ТАБЛИЦА 11-7

Стрела провеса в см для проводов диаметром 1,5—2 мм

Температура воздуха, при которой подвешивают провода, градусы	Длина пролета, м			
	40	50	62,5	83,3
—20	11	17	24	42
—10	12	19	27	47
0	14	22	31	54
+10	17	26	36	61
+20	20	31	43	71
+30	25	37	51	82



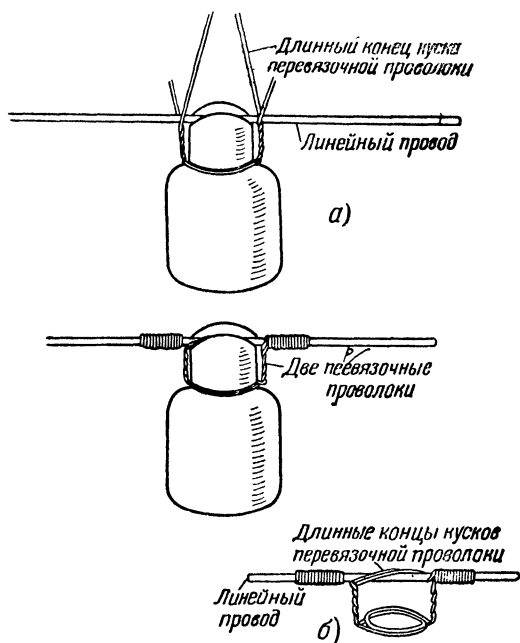
Фиг. 11-23. Измерение стрелы провеса по способу Агальцова.

Для определения стрелы провеса применяют специальные рейки с делениями, которые вешают на провода у двух соседних столбов. Поперечные планки реек устанавливают на те деления, при которых расстояние от поперечной планки до крючка рейки равно требуемой стреле провеса. Затем, находясь на столбе, смотрят через верх поперечной планки одной рейки на край поперечины другой и дают распоряжение натянуть или ослабить провод так, чтобы нижняя точка провода оказалась на одной прямой с верхними краями поперечных планок.

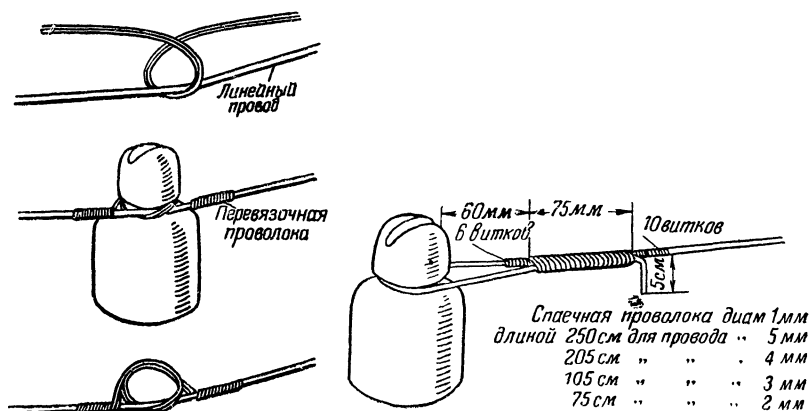
Определить стрелу провеса приблизительно можно по способу Агальцова. Для этого развязывают провод на изоляторе и опускают вниз, вследствие чего пролет удваивается, так как провод удерживается на изоляторах соседних столбов (фиг. 11-23). Далее измеряют расстояние от опущенного провода до головки того изолятора, с которого сняли провод. Разделив это расстояние на четыре, получают фактическую стрелу провеса, которую провод будет иметь, если его вновь поднять на изолятор.

Крепление проводов на изоляторах

Перевязка проводов на изоляторах на прямых участках линии показана на фиг. 11-24. Для перевязки берут два конца перевязочной проволоки длиной от 40 до 65 см в зависимости от диаметра линейной проволоки (табл. 11-2). Куском перевязочной проволоки охватывают шейку изолятора и скручивают проволоку до выемки в головке изолятора с та-



Фиг. 11-24. Перевязка провода на изоляторе на прямом участке линии.



Фиг. 11-25. Перевязка провода на угловом изоляторе.

Фиг. 11-26. Оконечная заделка провода.

ким расчетом, чтобы один конец был длиннее другого на 6—7 см. Длинные концы перекидывают крестообразно через провод на другую сторону желобка изолятора и там вместе с коротким концом другого куска перевязочной проволоки при помощи плоскогубцев туго обвивают вокруг линейного провода так, чтобы перевязочная проволока плотно прилегала к изолятору.

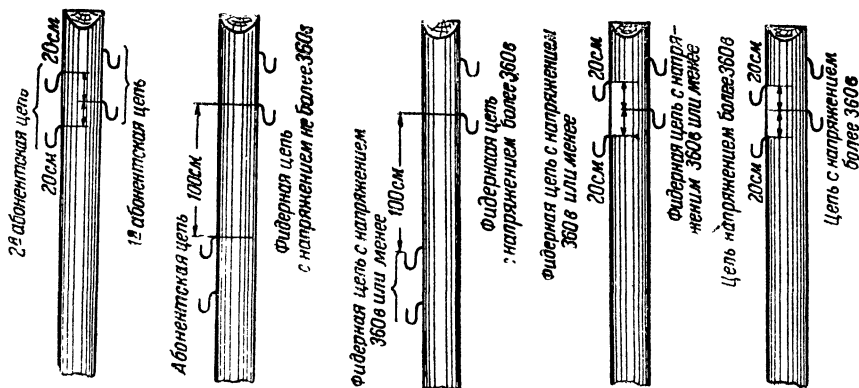
Крепление провода к изолятору на угловых опорах показано на фиг. 11-25. Здесь также берут два куска перевязочной проволоки, но вязку производят двумя кусками одновременно.

Заделка провода на изоляторах оконечных опор показана на фиг. 11-26. Оконечную заделку медных и биметаллических проводов производят следующим образом: провод обводят один раз вокруг шейки изолятора и конец его закрепляют медной трубкой, закручиваемой щипцами на полтора оборота. При отсутствии медных трубок оконечную заделку этих проводов производят так же, как и заделку стальных проводов, применяя медную спаянную проволоку.

Расположение проводов

Часто на одних и тех же опорах необходимо подвесить и фидерную цепь и абонентскую или же две фидерные или две абонентские. Различная система расположения крюков на оторе для этих случаев показана на фиг. 11-27.

Линии с напряжением свыше 360 в представляют большую опасность для жизни людей и животных в случае обрыва проводов, поэтому прово-

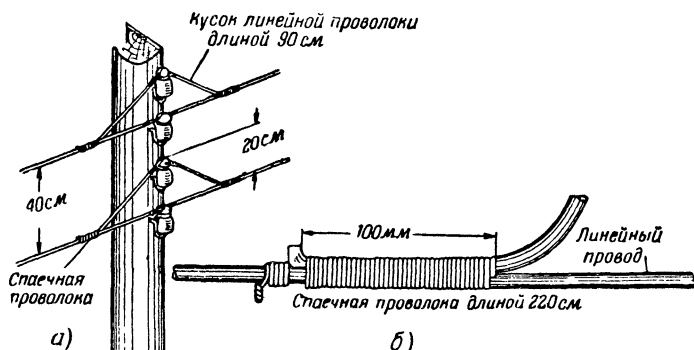


Фиг. 11-27. Расположение крюков для подвески проводов с различным напряжением.

да на этих линиях, проложенных по населенным пунктам, особенно тщательно укрепляют на столбах двойным подвешиванием каждого провода (фиг. 11-28). Двойным подвешиванием укрепляют также провода всех линий на пересечениях железных дорог.

Чтобы провода линий не повреждались проходящим транспортом и не соприкасались с посторонними предметами, их надо подвешивать с таким расчетом, чтобы при наибольшей стреле провеса расстояния до разных предметов были не менее, чем указано в табл. 11-8.

При строительстве радиотрансляционной линии, которая будет проходить рядом с телефонной, столбы следует устанавливать не ближе, чем



Фиг. 11-28. Двойное подвешивание проводов.
 а—общий вид; б—укрепление дополнительного куска проволоки к линейному проводу.

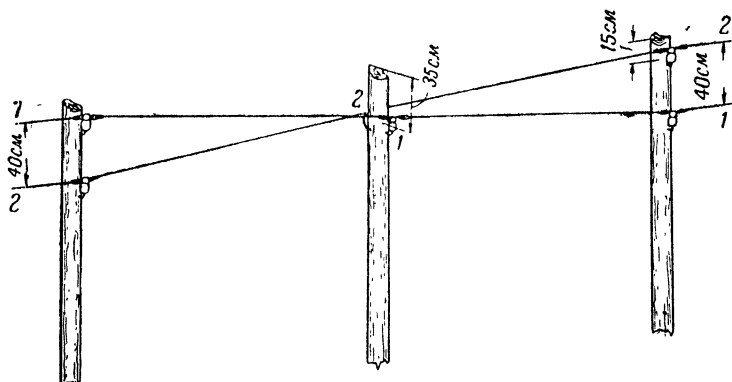
ТАБЛИЦА 11-8

Где проходит радиотрансляционная линия	От какого предмета измеряется расстояние	Наименьшее расстояние, т. е. габариты в м для линий с напряжением	
		330 в и менее	более 360 в
По населенным местам, а также при пересечении всевозможных дорог (кроме железных дорог)	От земли до нижнего радиотрансляционного провода	4,5	6,0
Пересекает железную дорогу	То же	7,5	7,5
По ненаселенной местности вдоль дороги, а также по населенным местам, где провода не могут быть повреждены проходящим транспортом (огороды, сады т. п.)	От земли до нижнего радиотрансляционного провода	3,0	5,0
Пересекает линию связи:	От верхнего провода линии связи до нижнего провода фидерной линии	1,25	1,25
а) фидерная линия (должна проходить над линией связи)	От нижнего провода линии связи до верхнего провода абонентской линии	0,6	
б) абонентская линия (должна проходить под линией связи)	От нижнего провода линии сильного тока до верхнего радиотрансляционного провода	0,6	На опоре пересечение не допускается
Пересекает линию сильного тока напряжением:	То же	1,25	1,25
а) до 250 в при пересечении на опоре	То же	2,0	2,0
б) до 1 000 в (пересечение допускается только в пролете)	От ветвей деревьев до проводов	1,0	1,0
В городах	То же	2,0	2,0
В пригородных и сельских местностях			

на расстоянии, равном их высоте. Однако в некоторых случаях при высоком напряжении в радиотрансляционной линии и большом протяжении совместного прохождения с телефонной линией расстояние от опор радиотрансляционной линии до опор телефонной линии должно быть увеличено иногда до 30 м и даже более. Это расстояние зависит также от того, скрещены провода линии или нет.

Скрещивание проводов

Для уменьшения помех от радиотрансляционных линий на линии связи, а также для уменьшения влияния линий электропередач на радиотрансляционные линии радиотрансляционные провода скрещивают, т. е. через определенное расстояние меняют местами верхний и нижний провода так, чтобы каждый из проводов проходил то снизу, то сверху. При



Фиг. 11-29. Устройство скрещивания.

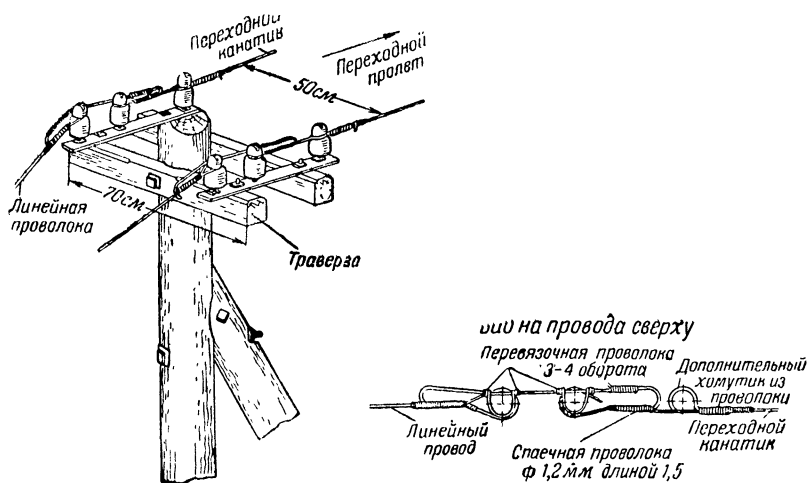
скрещивании каждый провод должен как бы вращаться все время в одну сторону, например, по часовой стрелке. Один крест показан на фиг. 11-29 (средний на фигуре столб). Такие кресты делают на любой фидерной линии на каждом четвертом столбе. На абонентских линиях кресты делают лишь тогда, когда абонентская линия на большом протяжении проходит вблизи линии сильного тока напряжением 3000 в и выше, у которой в качестве одного из рабочих проводов используется земля или рельс.

Устройство переходов

Воздушные переходы. На воздушных переходах радиотрансляционной линии, через железные или другие какие-либо дороги или улицы прочность линии должна быть увеличена, чтобы предотвратить обрыв проводов или их чрезмерное снижение.

На переходах через железнодорожные пути опоры воздушных линий должны быть укреплены подпорами. Общая длина каждой подпоры должна быть равна общей длине основного переходного столба, а отношение основания к высоте закрепления подпоры должно быть 0,6:1. Переход линий с напряжением не более 360 в через железные дороги (неэлек-

трифицированные) осуществляют проводами из того же материала, что и линейные. Диаметр проводов на переходах линий типа О и Н должен быть не менее 4 мм, а на переходах линий типа У и ОУ — не менее 5 мм. Переход линий с напряжением не более 360 в через электрифицированную железную дорогу, а также переход линии с напряжением выше 360 в через любую железную дорогу необходимо осуществлять стальным семижильным канатиком общим диаметром 4,2 мм. Крепить провода на переходных опорах следует так, как показано на фиг. 11-30. Сращивать провода в пересекающем пролете не разрешается.



Фиг. 11-30. Укрепление проводов на опорах при переходе линий с напряжением более 360 в через железные дороги (электрифицированные и неэлектрифицированные) и линий с напряжением 360 в и менее при переходе через электрифицированные железные дороги.

Применение голых проводов при переходах через железнодорожные пути допускается при длине переходного пролета не более 60 м в гололедных районах и 40 м — в гололедных. При более длинных пролетах следует устраивать подземные переходы.

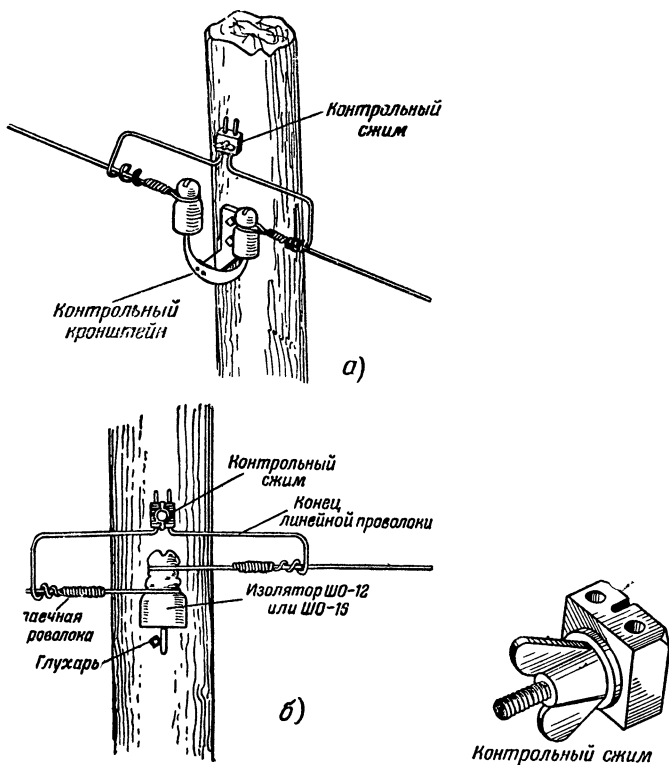
При переходах через улицу, грунтовые и шоссейные дороги провода пересекающего пролета радиотрансляционных линий с напряжением более 360 в закрепляют способом двойного подвешивания (фиг. 11-28). Опоры радиотрансляционных линий по концам пролета, пересекающего автострасы, шоссейные и автогужевые дороги, укрепляют подпорами и снабжают ригелем. Применение здесь оттяжек не разрешается.

При пересечении с линией связи радиотрансляционные провода располагают выше проводов линий связи, за исключением проводов абонентских линий, которые подвешивают под проводами линий связи. При подвеске абонентских линий совместно с фидерными проводами, абонентские линии можно подвесить, как и фидерные, — над проводами линий связи.

При пересечении проводов линий сильного тока (линий электропередач) радиотрансляционные провода должны проходить под ними.

Пересечение радиотрансляционных линий с линиями связи и линиями сильного тока высокого напряжения допускается только в пролете. Если пересечение проводов абонентского ввода с линиями связи невозможно выполнить в пролете, допускается устраивать пересечение на опоре линии связи (кроме магистральных линий связи 1-го класса).

Подземные переходы более безопасны и надежны. Поэтому при строительстве воздушных линий подземные переходы следует предпочитать воздушным.



Фиг. 11-31.

а—контрольный пункт на линиях с напряжением свыше 120 в; *б*—контрольный пункт на линиях с напряжением не свыше 120 в.

При устройстве подземного перехода провода воздушной линии закрепляют на переходной опоре, соединяют их на этой опоре с подземным проводом, зарывают последний на длину всего перехода (от одной переходной опоры до другой) в землю, а на второй переходной опоре вновь соединяют подземный провод с проводами воздушной линии.

Подземные переходы проще всего выполнять проводом с хлорвиниловой оболочкой типа ПРВПМ. Провод зарывают на глубину не менее

0,7 м. Чтобы не повредить провод, его укладывают в траншею на слой песка или просеянной земли и засыпают тем же слоем толщиной 10 см, поверх которого накладывают над проводом в один ряд кирпичи и лишь после этого закрывают траншею.

Во избежание повреждений провода на опоре его закрывают отрезком угловой стали на высоту 230 см. В месте соединения подземного провода с воздушными проводами (на опоре) в каждый провод включают разрядник.

Устройство контрольных пунктов

Чтобы облегчить испытание проводов, отыскание повреждений или отключение неисправной части линии на фидерных и абонентских линиях устраивают контрольные пункты. В зависимости от расположения линии и ее нагрузки контрольные пункты оборудуют на абонентских линиях в количестве 2—4 на каждый километр, а на фидерных линиях — через 5 км, но не менее одного на каждой линии.

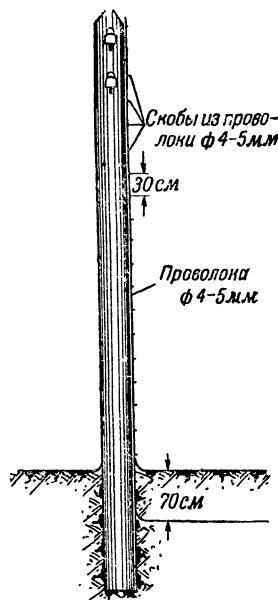
Устройство контрольного пункта показано на фиг. 11-31. Для отключения правой части линии от левой достаточно отвинтить контрольный сжим. Чтобы в случае обрыва левого провода крюк не повернулся, с левой стороны под изолятором, вплотную к крюку, следует вернуть небольшой глухарь.

Защита опор от токов молнии

Чтобы предотвратить повреждение опор молнией, устраивают молниеотводы. Так как каждую опору снабдить молниеотводом невозможно вследствие дороговизны, молниеотводы устраивают лишь на наиболее ответственных опорах, т. е. на оконечных, контрольных, трансформаторных (на которых установлены трансформаторы), угловых (при вылете угла более 1 м) и переходных (при переходе через дороги, реки и т. д.). Оборудуют молниеотводами также и все промежуточные опоры, устанавливаемые взамен поврежденных молнией.

Молниеотвод делают из проволоки диаметром 4 и 5 мм, которую прибивают к столбу скобками из этой же проволоки. Один конец проволоки молниеотвода укрепляют у вершины столба, а другой зарывают в землю вдоль линии (фиг. 11-32). Конец проволоки можно укреплять у самой вершины столба (у верхнего среза). Так как разная почва имеет различное электрическое сопротивление, то длина части проволоки молниеотвода, которую надо уложить в землю, зависит от рода грунта (табл. 11-9).

На угловых и простых промежуточных опорах проволоку молниеотвода достаточно опустить вниз по столбу до среза комля и там отрезать ее (не зарывая вдоль линии).



Фиг. 11-32. Устройство линейного молниеотвода.

ТАБЛИЦА 11-9

Грунт	Длина проволоки в земле (длина траншеи), м	
	Для молниеотвода на окосенных опорах	Для молниестроения на опорах, где установлены трансформаторы
Болотистый	1	1,5
Чернозем	1	2
Глина	1,5	2
Суглинок	2	3
Супесок	5	9
Каменистый	8	18

Нумерация опор

Для облегчения учета опор и последующего их ремонта все опоры радиотрансляционных линий должны быть пронумерованы. Опоры фидерных и абонентских линий имеют отдельную нумерацию. Нумерация опор линий, выходящих со станции (или подстанции), начинается с выводной опоры. Последующим опорам даются порядковые номера до оконечного пункта. Нумерация опор абонентской линии, включенной в фидерную линию, идет с первой опоры этой линии.

Нумерация должна быть обращена в сторону дороги и нанесена цифровым трафаретом черной масляной краской на желтом фоне. Первой сверху наносят букву В (что означает слово «вещание»), под ней год установки опоры, а ниже — порядковый номер опоры. На приставках и подпорах ставят только год установки. На опорах фидерных отводов сверху вниз наносят: букву В, год установки опоры, номер фидерной опоры, с которой сделано ответвление, и номер опоры отвода. На опорах линий с напряжением более 360 в на высоте 2 м от поверхности земли тем же способом, что и нумерацию, наносят также знак высокого напряжения.

При отсутствии масляной краски для нумерации столбов можно применять битумную краску, состав которой по предложению Н. М. Изергина может быть следующим:

краска № 1: нефтебитум № 4 или № 5	1 кг
бензин	1 л
краска № 2: нефтебитум № 4 или № 5	1,5 кг
скипидар	1 л
краска № 3: нефтебитум № 4 или № 5	1,5 кг
керосин	1 л

Для приготовления такой краски нефтебитум рубят на мелкие куски (величиной не более спичечной коробки) и расплавляют в котле на небольшом огне, чтобы не допустить перегрева битума. Затем огонь гасят и в расплавленный битум при непрерывном перемешивании прибавляют небольшими порциями растворитель (бензин, скипидар или керосин). Приготовленную массу сливают в плотно закрывающуюся посуду с широким горлышком, откуда ее берут для работы в небольших количествах. После охлаждения краска должна быть настолько густой, чтобы она лег-

ко наносилась на столб и не давала подтеков. Если краска от времени густеет, то ее снова разжижают растворителем (бензин, скипидар или керосин), все время тщательно перемешивая (без подогрева).

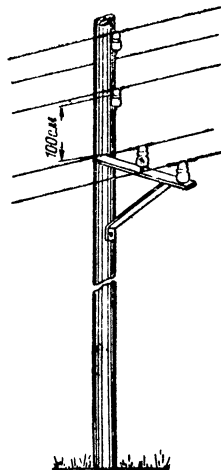
Использование опор осветительной сети

Использование опор для подвески проводов электросети значительно удешевляет строительство и эксплуатацию линии. Поэтому для подвески радиотрансляционных проводов во всех случаях, когда направления линий совпадают, надо использовать опоры линий сильного тока низкого напряжения (т. е. те, у которых напряжение проводов по отношению к земле не более 250 в).

Радиотрансляционные провода подвешивают на обычных крюках под проводами электросети на расстоянии 1,5 м от них. Если при подвеске на крюках нижний провод оказывается слишком низко над землей, то вместо крюков применяют специальные кронштейны, прикрепляемые к столбу глухарями. Применение кронштейнов позволяет сократить расстояние между проводами вещания и электросети до 1 м по вертикали (фиг. 11-33). Для устройства абонентских вводов на кронштейне укрепляют поперечную планку со штырями и изоляторами.

На оконечных и угловых опорах, а также через каждые пять пролетов на прямых участках линии устанавливают кронштейн усиленного типа (в виде вилки, охватывающей столб).

Подвеска проводов радиотрансляционных линий с напряжением более 360 в на опорах линии сильного тока не разрешается.



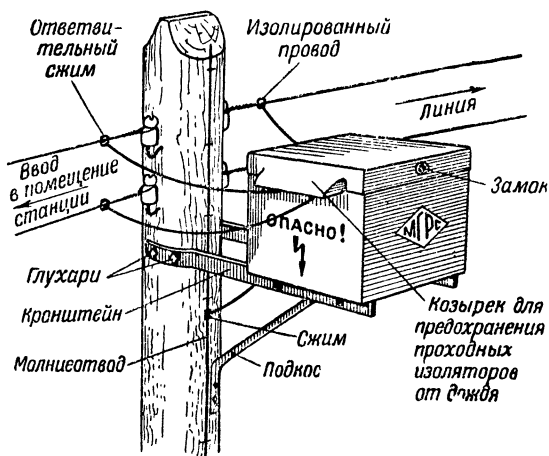
Установка линейных трансформаторов

Фидерные трансформаторы должны быть включены в самом начале фидерной линии; поэтому их устанавливают либо в помещении станций узла, либо на выводной опоре.

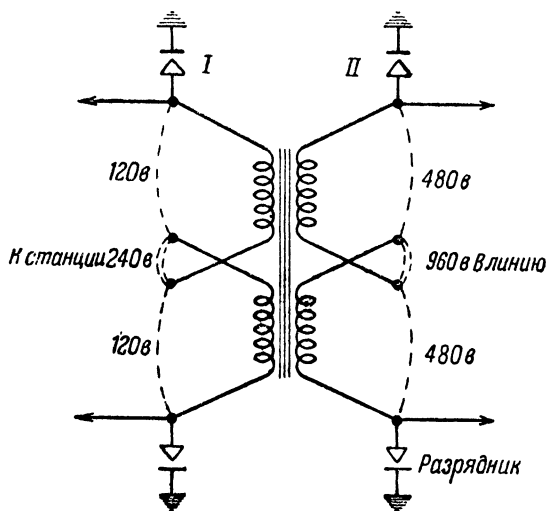
Фидерный трансформатор, установленный на опоре, показан на фиг. 11-34. Трансформатор для защиты от влаги и механических повреждений заключен в металлический кожух, концы обмоток трансформатора присоединены к зажимам, укрепленным на изоляторах, которые размещены сбоку на кожухе. Эти изоляторы на фигуре не видны, так как они скрыты под козырьком. Трансформатор устанавливают на специальном кронштейне, который прилагается к каждому трансформатору. Если выводная опора — полуанкерная, то трансформаторы устанавливают на траверзах между столбами этой опоры (фиг. 11-10).

Первичные и вторичные обмотки фидерного трансформатора состоят из двух половин, которые установкой перемычек на изоляторах можно соединить между собой параллельно или последовательно (фиг. 11-35). Если на изоляторах первичной обмотки поставлены две перемычки, как показано на фиг. 11-35 одинарным пунктиром, то к трансформатору подводят напряжение 120 в, если же установлена одна перемычка между

Фиг. 11-33. Расположение на опоре электросети радиотрансляционных проводов на кронштейне.



Фиг. 11-34. Фидерный трансформатор на опоре.

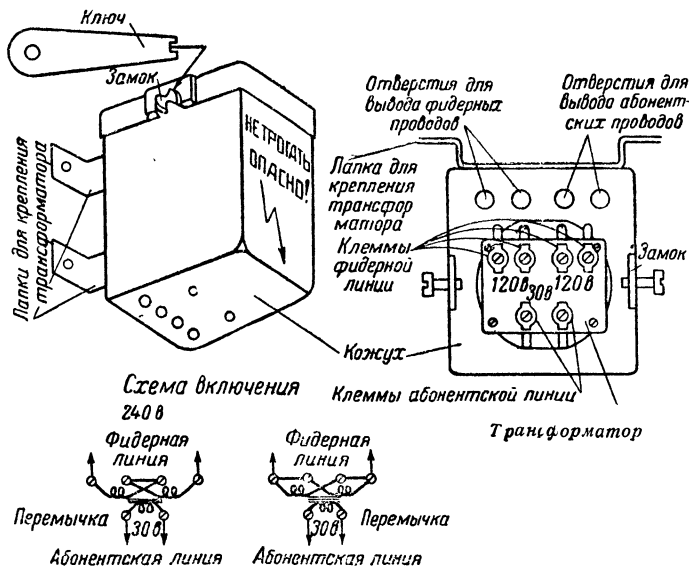


Фиг. 11-35. Схема фидерного трансформатора.

вторым и третьим изолятором (двойной пунктир), то к трансформатору подводят 240 в. Когда на изоляторах вторичной обмотки установлена одна средняя перемычка (показана двойным пунктиром), трансформатор дает в линию напряжение 960 в, при двух перемычках, показанных одинарным пунктиром, 480 в,

Разрядники содержат прокладки из слюды, прижимаемые винтами. Разрядники заземляются проводом, соединяемым с молниеотводом сжимом.

Абонентские трансформаторы, включаемые в местах присоединения абонентских линий к фидерным, приспособлены для установки и на столбе и на стене (фиг. 11-36). Трансформатор укрепляют с помощью лапок, привинчиваемых к стене или столбу шурупами или глухарями. Для предохранения от попадания внутрь кожуха воды и пыли служит крышка. Чтобы доступ к зажимам трансформатора имел лишь обслуживающий сеть персонал, крышка снабжена замком.

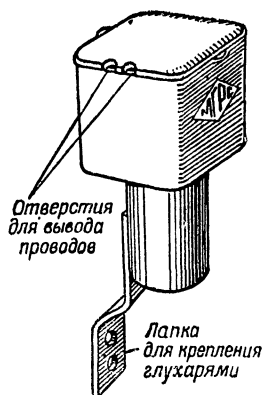


Фиг. 11-36. Абонентский трансформатор в кожухе из листовой стали.

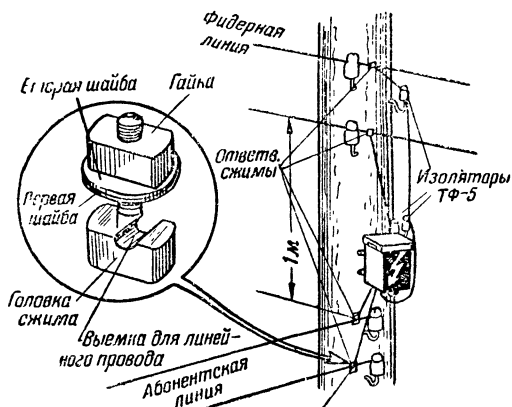
Если трансформатор предназначен для фидерной линии с напряжением 120 или 240 в, то для включения его в линию 240 в ставят перемычку между средними зажимами и присоединяют провода фидерной линии к крайним зажимам. Для включения этого трансформатора в линию 120 в ставят две перемычки — между первым и вторым и между третьим и четвертым зажимами, а подключают провода фидерной линии к крайним зажимам, т. е. к первому и четвертому. Напряжение абонентской линии, снимаемое с двух отдельных зажимов, равно 30 в.

Трансформатор в литом кожухе показан на фиг. 11-37.

Для соединения линейных проводов с зажимами трансформатора применяют выводные провода с резиновой изоляцией. Провода с хлорвиниловой оболочкой для этого малопригодны, так как их оболочка при морозе делается хрупкой и может повредиться. Концы изолированных проводов подключают к линейным проводам ответвительными сжимами.



Фиг. 11-37. Абонентский трансформатор в литом кожухе.



Фиг. 11-38. Укрепление абонентского трансформатора на столбе.

Установка абонентского трансформатора на столбе показана на фиг. 11-38.

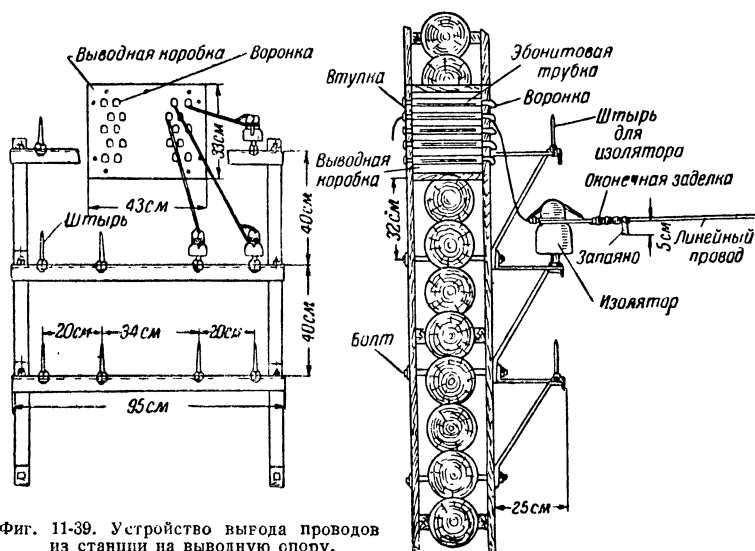
В последнее время абонентские трансформаторы начали выпускаться с грозозащитниками и плавкими предохранителями для защиты обмоток от грозовых разрядов и токов электросети.

При монтаже трансформатора с грозозащитным устройством корпус трансформатора надо соединять проводом с молниеотводом.

Устройство вывода из помещения станции узла

Вывод радиотрансляционных проводов воздушных линий из здания в сельских условиях проще всего сделать так, как показано на фиг. 11-39. Выводную опору устанавливают на расстоянии от 2 до 15 м от стены станции. К выходным гребенкам или зажимам станционного устройства присоединяют провод СРГ или ПР, который прокладывают до выводной коробки. Выводная коробка представляет деревянный ящик, в который вставлены фарфоровые втулки и воронки по числу выводных проводов. В коробке между каждой воронкой и втулкой прокладывают кусок эбонитовой трубки, на конец которой надевают втулку и воронку. Коробку заполняют опилками и вставляют в отверстие, проделанное в стене станции. Выводные провода пропускают через втулки и воронки и заделывают на изоляторах, укрепленных на выводном кронштейне. Если сеть узла имеет линии с напряжением более 360 в, то для них устраивают отдельный выводной кронштейн. Расстояние между траверзами кронштейна в этом случае должно быть не менее 1,5 м. Между выводным кронштейном и выводной опорой подвешивают такие же провода, как и линейные, но натягивают их слабее.

На маломощных узлах, где число выходящих со станции линий невелико, изоляторы можно укреплять вместо кронштейна на крюках, ввертываемых в деревянную стену или вматываемых на спирали на цементе или алебастре в кирпичную стену (стр. 267). Если это стена допускает, то выводную коробку также можно не ставить, а для втулок, воронок



Фиг. 11-39. Устройство вывода проводов из станции на выводную опору.

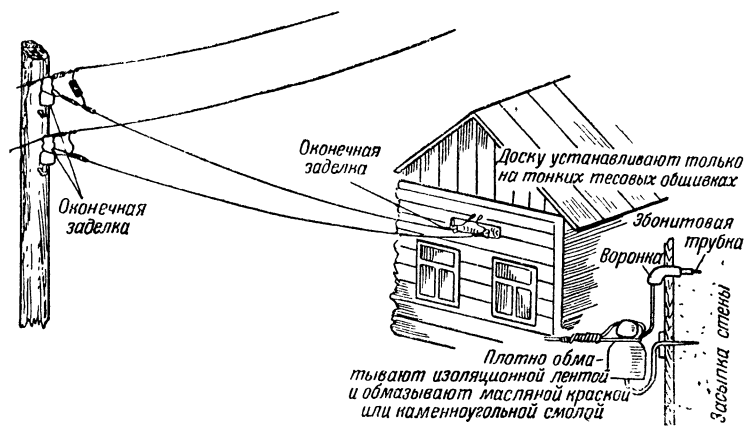
и эбонитовой трубки, через которые пропускают провода, сверлить отверстия непосредственно в стене. В каменной стене отверстия пробивают шлямбуром и после установки втулок, воронок и эбонитовых трубок их замазывают алебастром.

Абонентский ввод и абонентская проводка

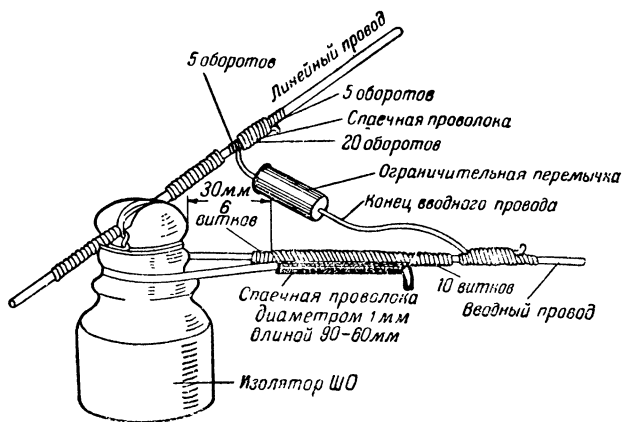
Устройство ввода. В сельских условиях обычно в каждом доме установлен только один громкоговоритель и для его подключения к абонентской линии делают индивидуальный ввод в дом.

Абонентскую линию, проходящую вдоль домов по населенному пункту, укрепляют на трехшейковых изоляторах ШО-16 или ШО-12. Верхнюю шейку этих изоляторов используют для заделки перевязочной проволоки. На прямых участках линии провод укладывают так же, как и при изоляторах ТФ, в желобок поверх изолятора, а на углах — на верхнюю шейку. Среднюю и нижнюю шейки используют для заделки проводов абонентского ввода. За нижний изолятор нужно укрепить первый провод, а за верхний — второй (фиг. 11-40). С каждой пары трехшейковых изоляторов можно сделать не больше двух вводов. Верхний провод абонентского ввода присоединяют к верхнему линейному проводу через ограничительную перемычку (фиг. 11-41). Места соединения проводов тщательно зачищают.

Ограничительная перемычка представляет трубку (например, фарфоровую), в которой помещено сопротивление 500 ом. От концов сопротивления сделаны проволочные выводы для подключения перемычек к проводам. Назначение ограничительной перемычки — предохранить линию от короткого замыкания при случайном замыкании вводных проводов или замыкания в комнатной проводке.



Фиг. 11-40. Устройство индивидуального абонентского ввода.



Фиг. 11-41. Включение верхнего провода индивидуального абонентского ввода через ограничительную перемычку.

Нижний провод ввода присоединяют к нижнему линейному проводу сжимом или подключают его к линейному проводу спаечной проволокой так же, как и выводной проводник ограничительной перемычки.

На стене дома для крепления вводных проводов устанавливают крюки КР-10 или КР-8, на которые навинчивают изоляторы ТФ-5 или ТС-5. Крюки для изоляторов укрепляют горизонтально на расстоянии 30 см один от другого. Если необходимо, то можно крюки располагать один над другим. В бревенчатых стенах просверливают отверстия, в которые ввертывают крюки. Диаметр отверстия должен быть на 2 мм меньше диаметра крюка. Для укрепления крюков на деревянных стенах с тонкой тесовой обшивкой следует набить доску и в ней сверлить отверстия для

крюков (фиг. 11-40). Крюки в кирпичных стенах устанавливают на спиралях. Для каждого крюка пробивают шлямбуром отверстие на расстоянии 30 см одно от другого. На крюки по их резьбе навертывают проволоку в виде спирали; концы проволоки после этого скручивают между собой и укрепляют на повивах проволоки. После этого отверстие в стене заполняют раствором алебастра в воде (в виде кашицы) и туда вставляют крюк резьбовой частью, на которую намотана проволочная спираль. Когда раствор затвердеет, крюк окажется прочно укрепленным в стене.

Чтобы вводные провода не повреждались транспортом и пешеходами, провода подвешивают над автогужевой дорогой на высоте не ниже 4,5 м, а над тротуарами, огородами, садами, пустырями — не ниже 3 м. Если к дому подходят провода электросети, то необходимо сделать так, чтобы радиотрансляционные провода не пересекали их. Если же пересечения избежать нельзя, то радиотрансляционные провода следует располагать под проводами электросети на расстоянии не ближе 0,6 м.

Провода абонентского ввода на вводных изоляторах укрепляют обычной оконечной заделкой.

Для соединения воздушных вводных проводов с внутридомовой проводкой через стену дома прокладывают изолированные провода. В деревянных домах в стене проделывают два отверстия, а в каменных — одно. В эти отверстия с наружной стороны вставляют отверстием вниз две фарфоровые воронки с эбонитовыми трубками, пропущенными внутрь воронок. С внутренней стороны стены на эбонитовые трубки надевают по одной фарфоровой втулке, которые затем вставляют в стену. Излишек эбонитовой трубки отрезают. В каменной стене воронки и втулки после установки замазывают алебастром. Провода, проходящие через стену, присоединяют к воздушным проводам абонентского ввода так, как показано на фиг. 11-40.

В необходимых случаях допускается устройство ввода через стену ниже изоляторов, но при этом выходящие из воронки провода должны быть изогнуты книзу с тем, чтобы дождевая вода стекала с проводов, не попадая в воронку. По этой же причине воронка должна быть обращена отверстием вниз.

Комнатная проводка. Горизонтальную часть проводки нужно укреплять под потолком параллельно строительным линиям, а вертикальную проводить по отвесу. Нельзя выполнять проводку по стене, где попало, так как это, во-первых, может повести к случайным повреждениям проводки и, во-вторых, ухудшит вид комнаты. Вместе с тем выполнять проводку надо с таким расчетом, чтобы расходовать как можно меньше провода.

Комнатную проводку выполняют двухжильным проводом с хлорвиниловой оболочкой марки ПТВЖ-0,6 или ПТВЖ-1,2. Провод прикрепляют к стене скобками из стальной проволоки диаметром 2—2,5 мм. Угловые и оконечные скобки должны быть вбиты особенно прочно. Чтобы не повредить при этом оболочку провода, на провод под скобкой надевают прессшпановую муфточку, а под проводом кладут прессшпановую прокладку. Одной скобкой прибивают оба провода. Скобки устанавливают на расстоянии 35 см одну от другой при прокладке проводки сверху вниз и на расстоянии 25 см — при горизонтальной проводке. Вначале забивают оконечную скобку и натягивают провод до следующей угловой или оконечной скобки, которую также забивают. Затем вбивают промежуточные скобки. Вбивать скобки следует осторожно, так как при слабом креплении скобка не будет прочно удерживать провод, а при слиш-

ком сильном забивании может повредить оболочку провода и нарушить изоляцию.

Проходы проводов с хлорвиниловой оболочкой через внутренние стены дома делают без фарфоровых втулок и эбонитовых трубок: отверстия в стене, куда пропущены провода, замазывают алебастром.

В конце комнатной проводки, на высоте 1,5 м от пола, устанавливают штепсельную розетку для включения штепсельной вилки громкоговорителя. На каменной или оштукатуренной деревянной стене штепсельную розетку устанавливают на деревянной розетке, а на деревянной неоштукатуренной — без деревянной розетки. Для укрепления деревянной розетки на каменной (кирпичной) стене в стене тонким шлямбуром пробивают отверстие, которое заполняют раствором алебастра в воде. Раствор должен быть не жидким и иметь вид кашицы, слишком густой раствор также не годится. В заполненное раствором отверстие вставляют шуруп с намотанной на нем спиралью из оцинкованной проволоки диаметром 0,8—1,2 мм и заглаживают раствор вровень со стеной специальной лопаточкой или ножом так, чтобы спираль была полностью закрыта раствором. После вмазывания спирали с шурупом раствору дают немного просохнуть, затем вывертывают шуруп, продевают его сквозь середину деревянной розетки (подрозетника) и туго заворачивают отверткой обратно в спираль так, чтобы деревянная розетка не вращалась. Между штепсельной розеткой и скобкой, установленной около нее, провод выгибают, чтобы оставался запас провода на случай обламывания концов, заводимых в розетку.

На мягких (например глинобитных) стенах, где скобки и шурупы не держатся, прибавляют рейки (узкие доски), на которых укрепляют провода и штепсельную розетку.

11-3. Устройство подземных радиотрансляционных линий и абонентских точек от них

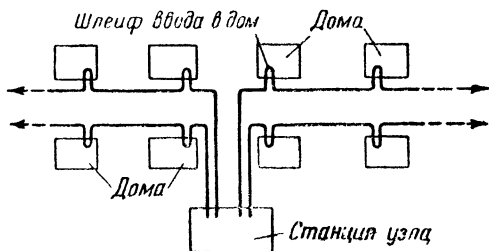
Замена столбов, которые быстро загнивают и приходят в негодность, обходится очень дорого, особенно в безлесных местностях. Поэтому при отсутствии опор электросети, на которых можно было бы подвесить радиотрансляционные провода, целесообразно оборудовать подземные радиотрансляционные линии. Строительство подземных линий обходится, как правило, дешевле, чем строительство радиотрансляционных линий на собственных столбах.

Для подземных радиотрансляционных линий по предложению инж. А. А. Северова применяют провода с хлорвиниловой оболочкой. В настоящее время промышленность выпускает для подземной прокладки провода марки ПРВПМ с жилами трех сечений. Провод марки ПРВПМ-0,8 имеет две медные жилы диаметром 0,8 мм каждая, изолированные одна от другой хлорвиниловыми оболочками и сложенные вместе. Толщина провода 2,8 мм, ширина двух жил в изоляции 5,6 мм. Провод марки ПРВПМ-1,0 имеет толщину 3,4 мм, ширину 6,8 мм и жилы диаметром по 1,0 мм. Провод ПРВПМ-1,2 имеет толщину 4,0 мм, ширину 8 мм и жилы диаметром по 1,2 мм.

Для прокладки провода ПРВПМ в земле по обеим сторонам улицы роют траншею (канаву) на расстоянии 1 м от домов и параллельно им. Траншея может быть любой ширины, глубина — не менее 60 см. Вводы в дома от абонентских линий делают в виде шлейфов (петель), не разрезая провода (фиг. 11-42), так как малейшее повреждение изоляции провода может привести к выходу из строя целой линии. Поэтому при-

пайки и присоединение к линии в земле с нарушением хлорвиниловой оболочки провода, как правило, не допускается. По тем же соображениям во время прокладки делают вводы во все дома без исключения. Тогда при наличии готовых вводов дальнейшее развитие абонентской сети может осуществляться простым подключением к вводам абонентского оборудования.

Перед укладкой провода дно траншеи выравнивают и очищают от камней, покрывая его слоем мягкой или просеянной земли (или песка) толщиной около 10 см. Провод укладывают в траншею свободно без натяжения и засыпают мягкой или просеянной землей или песком слоем толщиной 10 см. Для защиты провода от механических повреждений поверх этого слоя желательно класть доски (лучше пропитанные антисептиком). Вместо досок можно использовать кирпич, черепицу и т. д. На переходах через дороги траншею роют на глубину не менее 70 см и обязательно применияют защитное покрытие.



Фиг. 11-42. Схема прокладки подземной абонентской линии с вводами в дома.

В населенных пунктах через каждые 100—200 м на стенах домов наносят несмывающейся краской знаки, указывающие расстояние от стены до оси траншеи с проводом, чтобы в случае повреждения провода его можно было легко откопать.

Против того места, где предположительно будет установлена штепсельная розетка для громкоговорителя, провод в траншею прокладывают перпендикулярно к стене, подводят его к ней и укладывают снаружи по стене с помощью проволочных скобок. В месте крепления скобой провод защищают муфточкой и прокладкой из прессшпана. Провода надо укладывать так, чтобы они не колебались при ветре, иначе может нарушаться изоляция. Провода закрывают деревянной рейкой или доской, прибиваемой к стене гвоздями. В кирпичных, каменных и других подобных стенах по длине укладки провода пробивают борозду (штробу). укладывают в нее провод и замазывают ее, например, алебастром.

Если из дома поступило заявление об установке радиотрансляционной точки, то из комнаты абонента на высоте 150 см от пола делают сквозное отверстие. В это отверстие снаружи пропускают петлю провода так, чтобы петля в комнате из отверстия выступала на длину, достаточную лишь для присоединения к ограничительной коробке, которую устанавливают вплотную к отверстию. Рядом с ограничительной коробкой укрепляют штепсельную розетку.

Провод можно вводить в дом также и под фундамент, просверливая отверстие в полу комнаты.

Основание и крышка ограничительной коробки — обычно фарфоровые. С нижней стороны основания между каждой парой винтов включены два сопротивления по 250 ом, предохраняющие линию от последствий короткого замыкания в штепсельной розетке, штепсельной вилке, шнуре или громкоговорителе.

Электрическое напряжение в радиотрансляционной линии к концу ее обычно уменьшается. Это уменьшение напряжения называется *затуханием*.

Линию нельзя делать слишком длинной, так как на ее конце может оказаться напряжение, недостаточное для работы громкоговорителя, или передача окажется сильно искаженной. Кроме длины, на величину напряжения на конце линии влияют количество и конструкция громкоговорителей, подключенных к этой линии. Чем больше включено громкоговорителей, тем меньше напряжение в линии (особенно в ее конце). Поэтому при строительстве радиотрансляционных линий, а особенно при дальнейшем их развитии, т. е. при включении в сеть новых громкоговорителей, необходимо учитывать число включенных в линию громкоговорителей. Затухание зависит также от материала проводов: в стальных проводах затухание больше, чем в медных. Влияет и диаметр проводов: чем тоньше провод, тем больше затухание. Электрическими нормами установлено, что длина линии и количество включенных в нее громкоговорителей должны быть такими, чтобы напряжение в конце абонентской линии не было меньше 19 в¹. При таком затухании громкость звучания конечных громкоговорителей снижается не слишком значительно и качество передачи остается еще вполне удовлетворительным.

Качество звучания громкоговорителя зависит не только от громкости, но и от величины частотных искажений. Частотные искажения, так же как и затухание, зависят от нагрузки линии, т. е. от общего числа и типов громкоговорителей, которые питает эта линия, от диаметра и материала проводов, от длины линии и ее конструкции.

Нагрузка воздушных линий. В табл. 11-10 указано число громкоговорителей, которые можно включить в воздушную линию из стальных проводов длиной 1 км. При длине линии больше или меньше 1 км необходимо найденную по таблице величину разделить на длину линии в километрах.

ТАБЛИЦА 11-10

Тип сети	Тип линии	Допустимое число громкоговорителей (в штуках) при диаметре проводов, мм		
		2	3	4
Одножвенная воздушная сеть	Абонентская линия (включенная в станцию)	72	108	136
Двухжвенная воздушная сеть с короткими линиями (короче 6 км)	Фидерная линия (120 в)	—	490	640
	Абонентская линия, включенная в первую половину фидерной линии	52	75	98
	Абонентская линия, включенная во вторую половину фидерной линии	29	42	55

При пользовании таблицей следует учитывать длину лишь основной линии, т. е. без отводов и ответвлений. При этом для абонентской линии расстояние нужно считать от станции узла до наиболее удаленного гром-

¹ Это не относится к абонентской линии с экономичными громкоговорителями, у которой напряжение в начале установлено 15 в.

оговорителя, а для фидерной линии — от станции узла до наиболее удаленного трансформатора, включенного в данную фидерную линию.

Табл. 11-10 можно пользоваться, если длина линии менее 6 км. При больших длинах фидерной линии нужно пользоваться табл. 11-11, в которой указано наибольшее число громкоговорителей длиной сельской фидерной распределительной воздушной линии из стальных проводов при напряжении 120 в.

ТАБЛИЦА 11-11

Длина воздушной линии, км	Допустимое число громкоговорителей при диаметре провода, мм	
	3	4
6	108	143
9	85	108
12	75	95

При напряжении в сельской фидерной линии 240 в число громкоговорителей может быть увеличено в 4 раза, при напряжении 480 в — в 16 раз и при напряжении 960 в — в 64 раза.

Наибольшее допустимое число громкоговорителей для абонентской воздушной линии длиной 1 км, включенной в сельскую фидерную распределительную линию длиной 6 км и более, равно: 29 — для проводов абонентской линии диаметром 2 мм; 42 — для диаметра 3 мм и 55 — для диаметра 4 мм. Если длина абонентской линии больше или меньше 1 км, то указанные числа делят на длину линии в километрах и получают допустимое число громкоговорителей для этой абонентской линии.

Биметаллические провода допускают нагрузку приблизительно в 5 раз, а медные в 6 раз большую, чем стальные провода.

Все цифры нагрузок в табл. 11-10 и 11-11 указаны для смешанной нагрузки, т. е. для случаев, когда в линию включены громкоговорители разнообразных типов, причем имеется в виду, что громкоговорители распределяются по длине линии приблизительно равномерно. При включении же в линию только электромагнитных громкоговорителей, указанное в таблицах допустимое число громкоговорителей надо увеличить в 2 раза, а при включении лишь электродинамических громкоговорителей — уменьшить в 1,5 раза. Если все громкоговорители включены в конце линии, то найденное по таблицам число уменьшают вдвое.

Нагрузка подземных линий. При подземных линиях допустимое число громкоговорителей практически не зависит от их типа.

Для подземной линии длиной не более 4 км наименьшее число громкоговорителей указано в табл. 11-12¹.

При длине линии меньше или больше 1 км число, указанное в табл. 11-12, следует разделить на длину линии в километрах.

Табл. 11-12 составлена для случая, когда нагрузка громкоговорителей размещена вдоль линии приблизительно равномерно. Если нагрузка смещена в основном во вторую половину линии, то найденное по таблице число умножают на 0,8, а если нагрузка расположена в самом конце линии, то на 0,5.

В табл. 11-12 указана длина линии, включая вводы (шлейфы) к абонентам. При сооружении фидерных линий следует стремиться к тому, что-

¹ По материалам лаборатории вещания Научно-исследовательского института связи Министерства связи.

ТАБЛИЦА 11-12

Тип провода	Наибольшее число громкоговорителей любых типов, которые можно включить в подземную линию длиной 1 км			
	Абонентская линия (с напряжением 30 в)		Фидерная распределительная линия	
	Включенная в станцию	Включенная в фидерную линию	Напряжение 120 в	Напряжение 240 в
ПРВПМ-0,8	120	34	—	—
ПРВПМ-1,0	150	43	1 500	6 000
ПРВПМ-1,2	180	51	1 800	7 200

бы абонентские линии, подключенные к фидерным, были как можно короче.

При длине фидерной линии более 4 км наибольшее число громкоговорителей определяют по табл. 11-13.

ТАБЛИЦА 11-13

Длина линии, км	Наибольшее число громкоговорителей любых типов, которые можно включить в фидерную подземную линию	
	Провод ПРВПМ-1,0	Провод ПРВПМ-1,2
Напряжением 120 в		
5,0	270	350
6,5	220	270
8	—	220
Напряжением 240 в		
5,0	1 000	1 400
6,5	880	1 000
8	—	880

Независимо от числа громкоговорителей длина линии из провода ПРВПМ не должна превышать при диаметре 1,0 мм — 6,5 км и при диаметре 1,2 мм — 8 км.

Величины нагрузок в табл. 11-13 приведены для случая, когда громкоговорители размещены во второй половине линии. Если все громкоговорители включены в самом конце линии, то приведенные цифры надо умножить на 0,8, а если громкоговорители размещены равномерно вдоль всей линии, то разделить на 0,8.

К абонентским трансформаторам мощностью 10 в_а можно включить (при воздушных или подземных линиях) не более 40 громкоговорителей любых типов, а к трансформаторам мощностью 25 в_а—100 громкоговорителей. Число точек, питаемых через фидерный трансформатор, должно быть не более, чем удвоенное число вольтампер мощности этого трансформатора.

11-5. Обслуживание радиотрансляционных сетей. Виды ремонтов и объем работы при различных ремонтах

Для хорошей и бесперебойной работы абонентских точек радиотрансляционные сети необходимо содержать в образцовом порядке, предупреждая возможные на них повреждения. Для этого проводят ремонты трех видов: а) текущее содержание; б) средний ремонт; в) капитальный ремонт.

При текущем содержании проводятся следующие основные работы: а) выправка отдельных опор; б) подрезка ветвей деревьев с целью соблюдения габаритов; в) укрепление подгнивших или слабо укрепленных опор; г) окопка и подсыпка опор; д) смена лопнувших и подтягивание ослабленных хомутов; е) укрепление арматуры (трансформаторов, контрольных устройств, ограничителей, штепсельных розеток и т. п.), проверка контактов, мелкий ремонт и частичная замена неисправной арматуры; ж) замена поврежденных вязок, переделка недоброкачественных и временных соединений проводов между собой и с арматурой; з) подтягивание провисших проводов на их пересечениях с шоссе и железными дорогами и линиями сильного тока и судоходными реками; и) упорядочение проводов на вводах; к) устранение недостатков в линейных молниеотводах; л) очистка от пыли и грязи трансформаторов, ограничителей, штепсельных розеток, чистка изоляторов и замена негодных; м) регулирование громкоговорителей (без разборки механизма); н) укрепление реек, а там, где они сорваны или отсутствуют, установка их; о) приведение к норме входного сопротивления и затухания; п) проведение мероприятий по борьбе с гололедом.

При обходе сети надо устранять все обнаруженные повреждения (короткие замыкания, обрывы проводов и т. д.), а также неисправности, которые могут нарушить нормальную работу линии (набросы, битые или сорванные изоляторы, плохое соединение проводов и т. д.). При осмотрах сетей следует составлять дефектные ведомости (в виде журналов), куда записывать обнаруженные дефекты, которые нельзя было устранить сразу же при осмотре. Каждую точку надо проверять не реже одного раза в год. Особенное внимание при этих осмотрах должно быть обращено на работу абонентских точек в конце линии. На основании записей в дефектных ведомостях составляют графики ремонтов: более мелкие дефекты включают в график предупредительного ремонта, а более крупные — в график среднего ремонта.

В состав среднего ремонта входят, в основном, те же работы, что и при предупредительном ремонте, но в значительно большем объеме. Средний ремонт на каждом данном участке производят не повседневно, как текущее содержание, а один раз в 3 года, т. е. с таким расчетом, чтобы подвергнуть ремонту всю сеть в течение трехлетнего периода.

К капитальному ремонту относятся крупные работы по переустройству линий с изменением их направления.

Электрические измерения

Чтобы правильно определить техническое состояние линий и выявить, какие из них подлежат ремонту в первую очередь, радиотрансляционные линии необходимо систематически подвергать электрическим измерениям.

Качество радиотрансляционных линий и их техническое состояние достаточно хорошо можно определить тремя измерениями: 1) изоляции; 2) входного сопротивления; 3) затухания.

Изоляцию линий измеряют по отношению к земле. Нормальное сопротивление изоляции от земли любого провода воздушной абонентской линии подсчитывают по формуле

$$R_{из} = \frac{500\,000}{N + l} \text{ ом},$$

где

N — число громкоговорителей, включенных в данную линию;

l — длина линии, в км.

Сопротивление изоляции линии измеряют омметром, подключая один зажим омметра к любому проводу линии, а другой зажим — к заземлению. Результат измерения сравнивают с подсчитанной по приведенной формуле нормальной величиной. Если измеренная величина сопротивления изоляции меньше подсчитанной величины, то необходимо улучшить техническое состояние линии.

Нормальное сопротивление изоляции от земли любого провода воздушной фидерной линии подсчитывают по формуле

$$R_{из} = \frac{1\,000\,000}{\frac{100M}{U} + l} \text{ ом},$$

где

l — длина линии, км;

M — число включенных в линию трансформаторов;

U — напряжение линии, в.

Входное сопротивление линии переменному току измеряется при частоте 400 гц. При отсутствии специального прибора в усилительной аппаратуре наиболее простым измерительным прибором может служить мост М. С. Орлова. Если при измерении линии окажется, что входное сопротивление составляет 50% или меньше подсчитанной для нее по приведенной формуле величины, то линию следует немедленно ремонтировать.

Нормальное входное сопротивление абонентской линии приближенно подсчитывают по формуле

$$Z_{вх.аб. линии} = \frac{7\,000}{N},$$

где N — число всех громкоговорителей, включенных в эту линию.

Нормальное входное сопротивление фидерной воздушной распределительной линии длиной не более 10 км приближенно подсчитывают по той же формуле, что и для абонентских линий, но полученный результат умножают на n^2 , где n — коэффициент трансформации абонентских понижающих трансформаторов.

Затухание линии можно измерять купроксным вольтметром. Если радиотрансляционная сеть построена правильно и содержится в исправности, то напряжение в конце сети, т. е. в конце любой абонентской линии, должно быть не менее 19 в (см. сноску на стр. 271).

Основные ремонтные работы

Контрольный осмотр опор. Чтобы определить, какие из столбовых опор или приставок требуют осадки, укрепления или замены, ежегодно весной производят контрольные осмотры всех столбовых опор и приставок. Контрольные осмотры опор заключаются в том, что непропитанную опору откапывают на глубину 20—40 см и шупом (стальной острый стержень с делениями) проверяют глубину загнивания. Шуп давлением от руки вводят в столб поочередно в трех разных местах по окружности столба. Глубина, на которую шуп входит в столб, и есть глубина загнивания. Складывая три полученных значения глубины загнивания и разделив сумму на три, получают среднюю глубину загнивания. Если средняя глубина загнивания опоры, соответствующей табл. 11-3, больше 2 см, то опору надо осадить (при достаточной ее длине) или укрепить деревянной или рельсовой приставкой.

Осадка опор. Для осадки столб отрывают и, поддерживая с двух сторон баграми, отпиливают его на высоте 10—15 см над уровнем земли, а затем отводят в сторону и пропитывают низ столба по бандажному способу. После того как отпиленный комель вынут из земли и яма очищена от гнили, туда устанавливают срезанный столб.

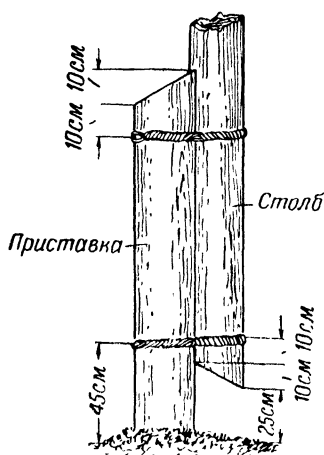
Укрепление подгнивших опор приставками. Когда длина столба не позволяет делать осадку, то подгнившие столбы устанавливают на приставки. Промежуточные столбы длиной не выше 9,5 м и угловые при вылете угла не более 7,5 м устанавливают на одну приставку (фиг. 11-44). При большем вылете угла и при большей длине промежуточной опоры применяют две приставки. Крепящие проволоочные хомуты на приставках ставят на расстоянии 100 см один от другого.

Приставки следует делать из новой древесины тех же пород, что и столбы. Для столбов длиной 6,5 м берут приставки длиной 2,75 м, для столбов 7,5 и 8,5 м — длиной 3,25 м и для столбов от 9,5 до 11 м — длиной 3,5 м. При угловых столбах приставки устанавливают с внешней стороны угла, а при промежуточных — поперек линии, поочередно с правой и с левой стороны линии.

Для установки приставки рядом с подгнившим столбом вырывают яму и в нее устанавливают приставку, которую скрепляют со столбом двумя проволоочными хомутами. Концы проволоки загибают под прямым углом, забивают в столб и хомуты стягивают ломиком с изогнутым концом. После стягивания хомута комель столба отпиливают наискось и вынимают из ямы, которую очищают от гнили, засыпают землей и утрамбовывают.

Для предохранения от гниения приставки, так же как и столбы, следует пропитывать.

В качестве приставки можно применить кусок рельса.



Фиг. 11-44. Укрепление столба одной приставкой.

Замену столбов новыми производят лишь в тех случаях, когда надземная часть столба пришла в негодность, что, определяется постукиванием по столбу молотком или обухом топора: здоровая древесина издает звонкий звук, а гнилая — глухой. Перед установкой нового столба производят его оснастку. Заменяемый промежуточный столб с четырех сторон укрепляют баграми и рогаками, провода освобождают от перевязки и опускают вниз. Столб отрывают, поворачивают крюками вдоль линии, опускают, поддерживая рогаками и баграми, и откатывают в сторону. Яму очищают от гнили. Новую опору укладывают со стороны уступа ямы и затем поднимают. Яму засыпают и утрамбовывают.

При замене угловой опоры рядом с ней с внешней стороны угла выкапывают яму, устанавливают в нее новую опору, укрепляют ее подпорой или оттяжкой, яму засыпают и утрамбовывают. Переносят со старой опоры на новую провода, выкапывают старую опору, засыпают яму землей и утрамбовывают ее.

Чистка изоляторов. Вначале изолятор протирают снаружи и внутри сухой тряпкой. Чтобы хорошо прочистить внутреннюю часть изолятора, используют крючок из проволоки диаметром 2,5 мм, на который навертывают тряпку. Затем тряпку смачивают в воде, посыпают мелкотолченым мелом и вновь чистят наружную и внутреннюю части изолятора. Когда удалена вся грязь снаружи и внутри, изолятор протирают чистой сухой тряпкой. Если изолятор водой не очищается, то можно применить керосин.

Отыскание повреждений на радиотрансляционных сетях

Приборы для отыскания повреждений. Для отыскания и устранения повреждений кроме инструмента надо иметь карманный омметр или пробник, телефонные трубки (наушники) и искатель повреждений.

Искатель¹ состоит из небольшой П-образной скобы, собранной из нескольких листов тонкого (трансформаторного) железа. На скобе намотан тонкий обмоточный провод (диаметром 0,05—0,07 мм). Сопротивление обмотки—500—1 000 ом. Вместо намотки можно использовать готовую катушку от громкоговорителя «Рекорд». Обмотка защищается кожухом. Искатель укрепляется дугообразными лапками на легком шесте или даже удиле. От обмотки вниз по шесту спускается изолированный двухжильный провод, к которому подключают телефонную трубку (наушники).

Отыскание коротких замыканий. При полных замыканиях между линейными проводами прекращают работу радиотрансляционные точки, включенные в эту линию на участке от места короткого замыкания до конца. Точки, расположенные на участке от места замыкания до станции (или до трансформатора), ухаживают свою работу, и тем сильнее, чем ближе они расположены к месту замыкания. Очень часто происходят замыкания между проводами домовой распределительной сети и, в частности, замыкания в вилке, в штепсельной розетке, а также между проводами под скобами. Нередко замыкания бывают в арматуре и оборудовании, в разветвительных коробках, громкоговорителях и пр. При коротком замыкании воздушной линии передачи у абонентов прослушивается, но тихо, и тем слабее, чем ближе место короткого замыкания.

Работа с искателем. Не делая никаких отключений, включают наушники в искатель и подносят его к одному проводу линии так, чтобы про-

¹ Искатель Новикова для воздушных линий.

вод оказался между концами сердечника, на котором помещена обмотка. Если линия исправна, то на выходе станции или трансформатора будет прослушиваться в наушниках негромкая передача, дальше громкость будет падать, а в конце линии совсем пропадет. Если слышимость в наушниках выше нормальной, то это означает, что по проводу проходит большой ток, т. е. в линии имеет место короткое замыкание, при этом короткое замыкание следует искать в направлении к концу линии. Если же слышимость ниже нормальной, то, следовательно, на этом участке проходит малый ток и повреждение линии, т. е. короткое замыкание, следует искать в направлении к станции узла.

При коротком замыкании на линии, на вводе или на ответвлении в наушниках через искатель будет прослушиваться громкая передача до самого места короткого замыкания (при движении от станции), а как только искатель будет перенесен за место короткого замыкания, слышимость пропадет. Если за этим местом короткого замыкания имеются еще короткие замыкания или заземления проводов, то передача будет слышна, но очень слабо. В этом случае после устранения первого замыкания надо тем же способом отыскать и устранить второе и последующее замыкания.

Короткое замыкание на вводах или ответвлениях обнаруживается легко: в этих местах громкость больше. Прикладывая искатель поочередно к проводам всех отводов, находят тот из них, который создает через искатель наиболее громкую слышимость, а затем повторяют эти же действия на разветвлениях уже этого отвода. Если место короткого замыкания пройдено, то слышимость через искатель будет совсем слабая.

Перед поисками короткого замыкания на линии прослушивают на искатель передачу в начале линии и запоминают этот уровень звучания. Затем повторяют прослушивание через 10—12 пролетов и сравнивают оба уровня звучания. Если место короткого замыкания пройдено, то возвращаются на несколько пролетов назад и, таким образом, находят место повреждения.

Если произошло заземление одного провода, то передача будет громко слышна через наушники при поднесении искателя к заземленному проводу. Если же искатель подносится к исправному проводу, передача слышна тихо. Этим и пользуются для отыскания заземления провода¹.

Работа без искателя. При отсутствии искателя поднимаются на ближайший от станции столб, где имеются ответвления, подключают наушники к линии и слушают передачу в линии при всех включенных ответвлениях. Если слышимость достаточно громкая, то короткое замыкание надо искать ближе к концу линии, где снова поднимаются на столб с ответвлениями и слушают передачу. Если там передача оказалась тише, то, очевидно, короткое замыкание произошло недалеко от этого места, на одном из ответвлений или на основном направлении. Продолжая слушать передачу, нужно отключать поочередно ответвления. При отключении того из них, где имеется короткое замыкание, громкость передачи сразу станет нормальной. Для проверки можно снова включить это ответвление на несколько секунд — передача вновь станет тише. Отключив поврежденное ответвление, следует немедленно включить все исправные ответвления, чтобы не прерывать работу включенных в них точек.

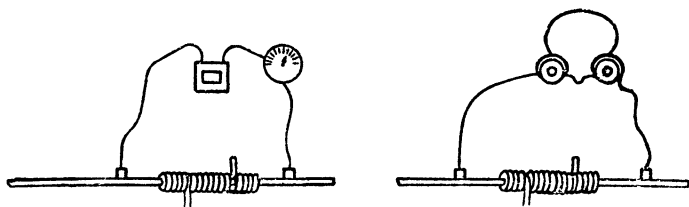
Омметр или пробник бывает необходим при отсутствии передачи в линии. Пользуются им так: провода ответвления отключают от основной линии и включают концы от омметра или пробника между проводами

¹ Для отыскания повреждений на подземных линиях применяются искатели повреждений с ламповыми усилителями.

отключенного ответвления. На том ответвлении, где произошло короткое замыкание, стрелка прибора даст наибольшее отклонение.

Отыскание обрыва. Обрыв проводов на линии прекращает передачу у всех абонентов, радиоточки которых находятся за местом обрыва, у абонентов же, находящихся на участке от станции (или от трансформатора) до места обрыва, передача не только не ухудшится, а может даже улучшиться, если при обрыве не произошло короткого замыкания линии.

Обрыв или нарушение контакта, например, на вводе или ответвлении обнаруживают при помощи искателя следующим образом: подносят искатель к проводу ввода или ответвления, и если передача не прослушивается, то имеет место обрыв проводов или нарушен контакт вводных проводов с линией.



Фиг. 11-45. Определение качества контакта.

Обрыв проводов или нарушение контакта омметром или пробником определяют следующим образом. Отключают ответвление или ввод от основной линии и подключают прибор к отключенным проводам: если стрелка прибора совсем не отклонится, то оборван провод или нарушен контакт на этом ответвлении или вводе.

Применяя наушники, место обрыва или нарушение контакта находят, двигаясь с конца линии и прослушивая передачу в разных местах линии: до обрыва (считая от конца) передача будет или вовсе не слышна, или слышна очень тихо, а за местом обрыва громкость сразу становится нормальной. Включением наушников между землей и каждым из проводов поочередно можно определить, какой именно из проводов оборван: при включении наушников между исправным проводом и землей передача слышна громко, а между землей и оборванным проводом — очень тихо.

Отыскание плохих контактов. Линию замыкают накоротко и передачу слушают с наушниками через искатель перед местом замыкания. Если резкого возрастания громкости в момент замыкания не происходит, то это значит, что где-то впереди, ближе к станции (или подстанции) на линии имеется плохой контакт.

Без искателя проверку контакта можно производить во время передачи, пользуясь телефонной трубкой, а при отсутствии передачи — омметром или пробником (фиг. 11-45). Если контакт хороший, то в наушниках передача не будет слышна, а при включении прибора стрелка отклонится на всю шкалу. Если же контакт плохой, то в наушниках будет слышна передача, а стрелка прибора отклонится не на всю шкалу.

Отыскание соединения с проводами электросети. Иногда передача вдруг начинает сопровождаться сильным посторонним гулом (фоном). Это происходит вследствие попадания в радиотрансляционную линию переменного тока электросети. Замыкание проводов радиотрансляционной сети с проводом электросети может повести к порче оборудования радиотрансляционной сети и к несчастным случаям с людьми.

Отыскание места соприкосновения с проводом электросети производится так же, как и в случае короткого замыкания, поочередным отключением ответвлений и прослушиванием передачи на телефонную трубку. Если при отключении какого-либо ответвления фон в линии пропадает, очевидно, соединение с электросетью имеет место именно на этом ответвлении. При отыскании и устранении повреждения надо соблюдать осторожность и работать в резиновых перчатках.

Повреждения в абонентском оборудовании. Наиболее часто повреждаются громкоговорители. Поэтому прежде всего надо проверить, исправен ли громкоговоритель. Если включенный в штепсельную розетку громкоговоритель бездействует, вместо него включают телефонную трубку, и если при этом передача будет слышна, то это означает повреждение громкоговорителя или шнура, либо неисправность штепсельной вилки.

Для выявления повреждения подключают омметр или пробник к штырькам штепсельной вилки. При этом могут быть два случая.

1. Стрелка прибора отклоняется — это говорит о наличии короткого замыкания. Чтобы определить место короткого замыкания, один конец шнура отключают от зажима громкоговорителя, а концы от омметра или пробника с батарейкой подключают к штырькам штепсельной вилки, вынутой из розетки. Если стрелка прибора при этом отклоняется, то короткое замыкание произошло в штепсельной вилке. Тогда отвертывают штырьки штепсельной вилки, вынимают концы проводов, хорошо их изолируют и вновь собирают штепсельную вилку, туго завертывая штырьки. Если стрелка прибора не отклонилась (при отключенном проводе от зажима громкоговорителя), то короткое замыкание ищут около зажима громкоговорителя (могли выйти из-под зажима отдельные проводочки шнура, может быть плохая изоляция зажима от корпуса, могут замкнуться лепестки зажимов с задней стороны панели). Стрелка прибора, подключенного к громкоговорителю, может полностью отклоняться вследствие обугливания катушек.

2. Стрелка прибора не отклоняется, тогда подключают омметр или пробник к зажимам громкоговорителя. Отклонение стрелки прибора при этом означает, что оборван шнур либо нет контакта в штепсельной вилке или в зажимах громкоговорителя. Чтобы убедиться в этом, соединяют концы шнура у громкоговорителя накоротко и присоединяют прибор к штепсельной вилке — стрелка прибора не должна отклоняться. Прощупывая шнур руками, находят место обрыва. Если шнур исправен, то проверяют контакты штепсельной вилки: включают ее в розетку и пошатывают вилку. Если контакт плохой, то передача при пошатывании вилки временами прерывается. Вместо сети к штепсельной вилке можно подключать измерительный прибор, который будет давать отклонение стрелки при пошатывании вилки. Для устранения повреждения надо крепко завернуть штырьки штепсельной вилки, или переделать концы шнура.

Если все контакты хороши, то ищут обрыв либо в катушках громкоговорителя, либо в соединительных проводниках между катушками или между зажимами и катушками. Для этого разбирают громкоговоритель, осматривают соединительные проводники и их контакты с зажимами. Если все исправно, то проверяют прибором каждую катушку: при исправной катушке стрелка прибора должна отклониться, но не на всю шкалу. Полное отклонение стрелки прибора указывает на короткое замыкание.

Плохое звучание электромагнитного громкоговорителя, включенного в сеть, может объясняться следующими причинами: 1) разрегулирован

регулируемый винт; надо повернуть винт сначала против часовой стрелки, а потом — по часовой; если передача не улучшается, надо искать повреждение в другом месте; 2) порван диффузор громкоговорителя — диффузор следует заменить; в крайнем случае временно можно наклеить на порванное место заплату из плотной бумаги; 3) помят диффузор у основания — надо либо сменить диффузор, либо вырезать из плотной бумаги шайбы, разобрать нипель и зажать диффузор конусными шайбами нипеля между бумажными шайбами, которые надо смазать клеем; 4) сбит в сторону вибратор, сбиты в сторону катушки с сердечниками, неправильно собраны магниты — эти повреждения обнаруживаются при разборке громкоговорителя; 5) сломана пружинка у вибратора — восстановление нормальной работы часто удается установкой вибратора в среднее положение между сердечниками катушек; 6) развернут боковой винт нипеля, вследствие чего игла не укреплена в нипеле, — закрепление иглы производится завертыванием бокового винта в нипеле без разборки громкоговорителя; 7) сорвана резьба бокового винта нипеля, — надо снять диффузор, отвернуть гайку нипеля и заменить нипель новым; 8) отвернулась гайка нипеля, — надо снять диффузор и укрепить гайку.

При отсутствии измерительного прибора отыскивать повреждения громкоговорителей во время передачи можно с телефонной трубкой (наушниками). Для этого один провод от телефонной трубки включают в гнездо штепсельной розетки, а отыскиваемую цепь подключают между вторым проводом от телефонной трубки и вторым гнездом розетки. В этом случае вместо отклонения стрелки измерительного прибора при исправной испытываемой цепи будет слышна передача.

Если при включении телефонной трубки в штепсельную розетку абонента передачи не слышно, надо искать повреждение в проводке. Прежде всего проверяют контакты на вводе и исправность ограничительной перемычки или ограничительной коробки. Для определения обрыва индивидуального ограничителя поочередно подключают телефонную трубку параллельно сопротивлению ограничителя (обязательно при включенном абонентском громкоговорителе, иначе цепь не будет замкнута). При подключении телефонной трубки параллельно к исправному сопротивлению при включенном громкоговорителе передача не будет слышна, а при подключении ее к неисправному сопротивлению — будет слышна. Для проверки исправности сопротивлений ограничителя при отсутствии передачи подключают проводники от омметра или пробника к концам сопротивления. При исправном сопротивлении стрелка прибора отклонится.

В комнатных проводах короткое замыкание надо искать под сильно забитыми скобами.

СОКРАЩЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ

- a* — ампер — единица электрического тока.
ач — ампер-час — единица емкости элемента или батареи.
в — вольт — единица напряжения электрического тока.
вт — ватт — единица электрической мощности.
г — грамм — единица веса.
гн — генри — единица индуктивности и взаимной индукции.
гц — герц — единица частоты.
дб — децибел.
дж — джоуль — единица энергии (ватт-секунда).
дн — дина — единица механической силы.
к — кулон — единица количества электричества.
кв — киловольт ($1 \text{ кв} = 1\,000 \text{ в}$) — единица электрического напряжения.
квт — киловатт ($1 \text{ квт} = 1\,000 \text{ вт}$) — единица электрической мощности.
кг — килограмм ($1 \text{ кг} = 1\,000 \text{ г}$) — единица веса.
кгц — килогерц ($1 \text{ кгц} = 1\,000 \text{ гц}$) — единица частоты.
км — километр ($1 \text{ км} = 1\,000 \text{ м}$) — единица длины.
м — метр — единица длины.
м/сек — метров в секунду — единица скорости.
ма — миллиампер ($1 \text{ ма} = 0,001 \text{ а}$) — единица электрического тока.
мв — милливольт ($1 \text{ мв} = 0,001 \text{ в}$) — единица электрического напряжения.
мвт — милливатт ($1 \text{ мвт} = 0,001 \text{ вт}$) — единица электрической мощности.
мгц — мегагерц ($1 \text{ мгц} = 1\,000\,000 \text{ гц}$) — единица частоты.
мгн — миллигенри ($1 \text{ мгн} = 0,001 \text{ гн}$) — единица индуктивности и взаимной индукции.
мгом — мегом ($1 \text{ мгом} = 1\,000\,000 \text{ ом}$) — единица электрического сопротивления.
мка — микроампер ($1 \text{ мка} = 0,000001 \text{ а}$) — единица электрического тока.
мкв — микровольт ($1 \text{ мкв} = 0,000001 \text{ в}$) — единица электрического напряжения.
мквт — микроватт ($1 \text{ мквт} = 0,000001 \text{ вт}$) — единица электрической мощности.
мкгн — микрогенри ($1 \text{ мкгн} = 0,000001 \text{ гн}$) — единица индуктивности и взаимной индукции.
мкф — микрофарада ($1 \text{ мкф} = 0,000001 \text{ ф}$) — единица электрической емкости.
мм — миллиметр ($1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$) — единица длины.
мм. рт. ст. — миллиметр ртутного столба ($1 \text{ мм рт. ст.} = 1/760 \text{ атмосферы}$) — единица давления.
ом — ом — единица электрического сопротивления.

- пф* — пикофарада¹ ($1 \text{ пф} = 0,000001 \text{ мкф}$) — единица электрической емкости.
сек — секунда — единица времени.
см — сантиметр ($1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$) — единица длины.
т — тонна — ($1 \text{ т} = 1\,000 \text{ кг}$) — единица веса.
ф — фарада — единица электрической емкости.
ч — час — единица времени.

СОКРАЩЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЕКСТЕ

- А Р Ч* — автоматический регулятор чувствительности (приемника)
автоматическая регулировка чувствительности.
в. ч. — высокая частота; высокочастотный.
К — конец обмотки.
К В — короткие волны; коротковолновый.
к. п. д. — коэффициент полезного действия.
Н — начало обмотки.
н. ч. — низкая частота; низкочастотный.
п. ч. — промежуточная частота.
ср. т. — средняя точка.
стр. — страница.
У В Ч — усилитель высокой частоты; усиление высокой частоты.
У К В — ультракороткие волны; ультракоротковолновый.
У Н Ч — усилитель низкой частоты
э. д. с. — электродвижущая сила.
I — первичная (первая) обмотка.
II — вторичная (вторая) обмотка.
III — третья обмотка.
IV — четвертая обмотка.

¹ Эта единица называется также микромикрофарадой (*ммкф*).

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Догадин, Д. И. Какузин, В. В. Стефанский, Г. А. Токмаков, Альбом-справочник по оборудованию радиотрансляционных узлов, Связьиздат, 1948.
 2. Заводские инструкции, прилагаемые к соответствующей аппаратуре.
 3. Типовой проект станции радиотрансляционного узла мощностью 100 ватт, Связьиздат, 1948.
 4. Правила технической эксплуатации радиотрансляционных узлов, Связьиздат, 1948.
 5. Е. А. Левитин, Ш. И. Гиршгорн, В. И. Кракау, П. П. Певцов, Радиовещательные приемники, КОИЗ, 1949.
 6. Инженерно-технический справочник по электросвязи, вып. VI. Электропитание. Связьиздат, 1948.
 7. Сводный каталог на химические источники тока. МПСС, Бюро технической информации, 1950.
 8. П. А. Сульг, Энергетика радиотрансляционных узлов, Связьиздат, 1945.
 9. Правила технической эксплуатации радиотрансляционных узлов, Связьиздат, 1948.
 10. В. Н. Догадин, Устройство и обслуживание радиотрансляционных сетей, Трудрезервиздат, 1947.
 11. Руководство по строительству и ремонту сооружений внутрирайонной связи, Связьиздат, 1948.
-

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Автотрансформатор 144
Адаптер граммофонный см. Звукосниматель
Аккумуляторное помещение радиоузла 181
Аккумуляторы кислотные 210
— щелочные 215
Альсифер 58
Амплитуда колебаний 17, 44
Аноды радиоламп 70, 73, 81, 84
Антенна «вертикальный луч» 182
— Г-образная 60, 182
— комнатная 69
— «наклонный луч» 68, 182
— приемная 42, 60, 68, 169, 182
— радиовещательной станции 13, 39
Антисептик 239
Аппаратная радиотрансляционная узла 178, 189
«АРЗ-49» (радиоприемник) 154
- Батареи аккумуляторные 212, 216
— сухие гальванические 207
Бизения 15
Битум 237
Блок антенный 61
- Вакуум 69
Ввод антенны 67
— радиоточки абонитский 265
Верньер 110
Ветроэлектрические установки 169, 223
Вибропреобразователь 217
Волны длинные, короткие, средние, ультракороткие, см. Радиоволны
— звуковые 17
Воронки изоляционные 65, 264, 267
Втулки изоляционные 65, 264, 267
Выпрямитель бестрансформаторный 77
— газотронный 81, 186
— двухполупериодный 79
— кенотронный 76
— однополупериодный 79, 144
— селеновый 144
Выход станции радиоузла 182
— усилителя 129
- Газотрон 81, 185, 191
Гармоники 19, 140
Генератор электрический переменного тока 221
— — постоянного тока 219
Генерация 115, 202
Гептод 99, 121, 125
- Гетеродин 121, 126
Глубина модуляции 45
— ямы для столба 245
Гололед 234
Граммофонная пластинка 36
Грозовые разряды 56, 68
Грозочереклочатель 66, 68
Грозоразрядник 66, 175
Громкоговоритель пьезоэлектрический 35
— «Рекорд» 33
— рупорный 32
— «электродинамический» 28
— электромагнитный 33
- Давление звуковое 18
Дальность действия радиостанции 41
Двигатели внутреннего сгорания 225
— двухтактные 226
— четырехтактные 227
Двойной диод 70
— диод-пентод 70, 155
— диод-триод 70
— триод 70, 137, 139
Деполаризация 204
Детектор диодный 76, 123
— кристаллический 47
— сеточный 103, 106
Денибеа 21
Диапазоны радиоволн 41
Динамик (см. Громкоговоритель электродинамический)
Диод (см. Электронная лампа двухэлектродная)
Дроссель высокочастотный 113
— фильтра 79, 84
- Емкость антенны 53
— батареи, элемента 204, 211
— конденсатора переменной емкости 110
— — фильтры 78
— межэлектродная радиолампа 91, 120
- Заземление 64, 183
Замыкания радиоприема 43
Заряд аккумулятора кислотных 213
— — щелочных 215
Затухание колебаний 51
Защита линейная 175
— опор от токов молнии 259
— приемника от токов молнии 68
Звук 17
Звуковая катушка 29
Звукосниматель граммофонный 46
Зоны молчания 43

- Избирательность контура 54
— радиоприемника 120, 125
Излучение радиоволн 39
Измерения на радиотрансляционных сетях 175, 274
Изоляторы антенные 64, 66
— линейные 252
Инверсный каскад 138
Индикатор настройки 97
Ионизация 43, 83
Искажения нелинейные 21, 27, 31, 202
— частотные 20, 32
Искатель повреждений на радиосетях 277
«Искра» (радиоприемник) 160
- Кабели оцинкованные 180
— подземные 268
Каболка 246
Калий едкий 215
Карбюратор 228
Каскад выходной 128
— двухтактный 134, 186, 192
— инверсный 138
— низкой частоты 128, 130, 134, 138, 198
— оконечный 128, 134, 198
— предварительный 130, 199
— преобразования частоты 104, 121, 125, 147, 199
— промежуточной частоты 123, 199
— усиления высокой частоты 116, 199
Катод 70
— подогревный 73
Катушка обратной связи 112
— подмагничивания 32
— связи 108
— «Универсаль» 112
Кенотрон 70, 77, 80, 142
— двуханодный 75, 80
Килогерц 38
Колебания вынужденные 51
— высокой частоты 38
— затухающие 52
— модулированные 44
— незатухающие 52
— паразитные 120
— промежуточной частоты 104
— свободные 51
Коммутация входная 176
Комсомолец (детекторный приемник) 57
Конденсатор блокировочный 46, 106, 108, 124
— корректирующий 129, 133, 135
— обратной связи 115
— переменной емкости 109
— подстроечный 117, 200
— фильтра 77, 78, 84
— электролитический 78, 200
Контур антенный 46, 59
— аperiodический 52
— детекторный 46, 59
— колебательный 49, 59, 76, 106, 108, 110, 114, 117, 122
Коэффициент нелинейности 22
— усиления электронной лампы 88, 91
Крутизна характеристики электронной лампы 87, 94, 95
- Линии подземные 235, 268
— радиотрансляционные 14
- Линии радиотрансляционные абонентские 232, 273
— воздушные 235
— фидерные 232, 273
- Магнит постоянный 24
Мачта для антенны 61
Мегагерц 38
Мембрана 22, 25
Мертвые зоны 43
Микрофон угольный 22
— электродинамический 27
Модуляция 41
Монтаж оборудования радиоузла 171, 177, 189
«Москвич» (радиоприемник) 154
Мостик кабельный 180
Мощность генератора 220
— неискаженная наибольшая 130
— рассеиваемая на аноде 75
- Нагрузка радиотрансляционных линий 270
Напряжение абонентской линии 234
— анодное 74, 198
— накала 72
— смещения 85, 102
— фидерной линии 234
Настройка радиоприемника 49, 55, 59
Натрий едкий 215
— фтористый 239
Неисправности радиоприемников 196
— усилителей 198, 200
Нить накала 70, 72
Нумерация опор радиотрансляционных линий 260
- Оборудование станционное радиоузла ВТУ-29 166
— — — ТУ-5 191
— — — ТУ-500.3 184
— — — ТУБ-100 174
Обратная связь 105, 113
— отрицательная 105, 140
Ограничитель 265, 270
Опоры (столбы) А-образные 243
— выводные 243
— полуанкерные 243
— простые 241
— радиотрансляционных линий 237
— угловые 240
Оснастка опор 246
Отвод от фидерной линии 234
Отстройка от мешающих станций 55
Оттяжки мачты для антенны 61, 63
— опоры линейной 240
- Панель аккумуляторов 178
— коммутации и защиты 186
— ламповая 70
— реостатов 178
Параметры электронных ламп 70, 87
Пентагрид см. Гептод
Пентод 70, 90, 117, 122, 124, 129, 133, 134
— с переменной крутизной 95, 126
Передающий радиостанции 38
Переключатель диапазонов 110, 119

- Переменная слагающая тока, напряжения 23
 Перемычка ограничительная 265
 Переходы проводов через железнодорожные пути, линии связи 256
 Период колебания 17
 Повреждения абонентской радиотрансляционной точки 280
 — радиоприемников 196
 — радиотрансляционных сетей 277
 — усилителей 198, 200
 Поглощение радиоволн 42
 Подвеска антенны 66
 — проводов радиотрансляционных линий 261
 Полоса пропускания 20
 Помехи радиоприему атмосферные 56
 — — промышленные 56
 — — от регенератора 116
 Порог чувствительности уха 18
 Постоянная слагающая тока 23
 Преломление радиоволн 39, 43
 Преобразователь частоты 104, 121, 125, 147, 155, 199
 Прием радиоволн см. Радиоприем
 Приемники радиовещательные см. Радиоприемники
 Приставка к столбу 276
 Пробник 196
 Провода линейные 236
 Проводка радиоточки 265
 Проволока перевязочная и спаянная 235
 Программа радиопередач 193
 Пропитка опор (столбов) 237
 Пульсация, пульсирующее напряжение, пульсирующий ток 23, 77, 101, 107
 Пульстудии 188
 Пьезоэлемент 35
 Радиовещание 10, 13
 Радиоволны 13, 41
 — длинные, короткие, средние, ультракороткие 41
 — поверхностные и пространственные 42
 Радиопередача 13, 39
 Радиоприем 41, 193
 Радиоприемник «АРЗ-49» 154
 — всеволновый 105
 — детекторный 46
 — «Искра» 160, 208
 — «Комсомолец» 57
 — «Москвич» 154
 — «ПТБ-47» 163
 — «ПТС-47» 164
 — регенеративный 104, 113, 129
 — «Рига В-912» 158, 208
 — «Родина» и «Родина-47» 145, 208, 218
 — с универсальным питанием 105
 — супергетеродинный 104
 Разбивка радиотрансляционной линии 243
 Разряд аккумуляторов 213, 216
 — конденсатора колебательный 50
 Регенератор см. Радиоприемник регенеративный
 Регулятор громкости (усиления) 39, 132, 200
 — чувствительности автоматический 126, 200
 Резонанс 51
 Рекордер 36
 Ремонт оборудования радиоузла 193
 — радиотрансляционных сетей 276
 Репродуктор см. Громкоговоритель
 «Родина» и «Родина-47» (радиоприемники) 145, 208, 218
 Ротор генератора электрического тока 219, 222
 Ручка настройки 110
 Самовозбуждение 105
 Сварка проводов 249
 Свеча запальная 228
 Связь емкостная 108
 — индуктивная (трансформаторная) 108
 — между контурами 49
 — междукаскадная 117, 128, 136, 139
 Сетка электронной лампы защитная 91
 — — управляющая 84, 95, 99
 — — экранирующая 91
 Сеть радиотрансляционная 14, 232
 — двухзвенная 232
 — однозвенная 232
 Скрепление проводов радиотрансляционных линий 256
 Смеситель супергетеродина 121
 Смещение автоматическое 102
 — на сетку 85, 102
 — фиксированное 103
 Снижение антенны 60, 67
 Соприотвление входные линии 175, 188
 — изоляции линии 175, 275
 — нагрузочное наимыгоднейшее 102
 — смещения 102
 Сопряжение контуров 117
 Спайка проводов 248
 Станция радиотрансляционного узла 14, 184
 Статор генератора электрического тока 219, 222
 Столб воздушной радиолнии см. Опоры
 Столбик селеновый 144
 Стрела провеса проводов 251
 Студия радиотрансляционного узла 181, 189
 Степень усиления см. Каскад усиления
 Табло студий 177
 Телефон пьезоэлектрический 36
 — электромагнитный 24, 102
 Тембр звука 19
 Тетрод 94
 — лучевой 96, 137, 141
 Ток анодный 74
 — высокой частоты 38
 — насыщения 75
 — пульсирующий 23, 77, 101, 107
 — разрядный аккумуляторов 212, 214, 216
 — сетки 85
 — сухих элементов 206
 — эмиссии 75
 Тонарм 37
 Точка абонентская 265, 269
 — чувствительная детекторная 47
 Трансформатор абонентский 233, 263
 — выходной 128, 201
 — микрофонный 25, 28
 — накала газотронов 83
 — промежуточной частоты 123

Трансформатор силовой 79, 198
— фидерный 232, 261
Триод см. Электронная лампа трехэлектродная
— двойной 70, 137, 139
Триолит 289

Узел радиотрансляционный 14, 165
Уралит 239
Усилитель высокой частоты 116
— двухтактный 134, 186, 192
— напряжения 105
— низкой частоты 101
— оконечный (мощный) 105, 128, 185, 192
— предварительный 105, 130, 186
— промежуточной частоты 104
Установка антенны 61, 63
— грозопереключателя 67
— опор радиотрансляционных линий 247
— радиоприемника 68, 161
— радиоточки 265, 269
Уход за радиоприемниками 161

Фильтр полосовой 123, 124
— сглаживающий 77
Фон переменного тока 76, 136, 140, 142, 198, 201

Характеристики электронных ламп 85, 95

Цоколь электронной лампы 70

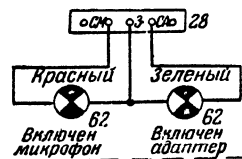
Частота боковая и несущая 45
— высокая 38
— модулирующая 45
Частотная характеристика 31
Чистка изоляторов 277

Шкала настройки радиоприемника 110

Щетки генератора электрического тока 220
Щит силовой 169
Щиток линейный 169, 171

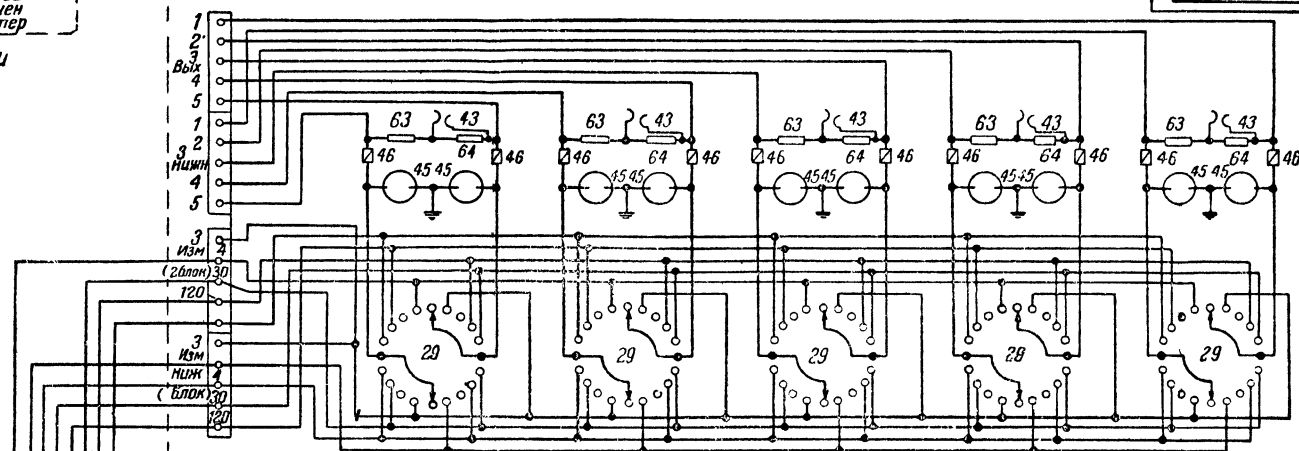
Экран 120
Эксплуатация радиотрансляционных сетей 274
— станционного оборудования радиопузла 193
Электроды 69, 203
Электролит 78, 210, 212, 215
Электромагнитные волны 39
Электронная лампа 69
— — двухэлектродная (диод) 73, 76
— — левая и правая 87
— — металлическая 69
— — пальчиковая 71
— — см. также: гептод, тетрод, двойной диод, двойной триод, двойной диод-триод, двойной диод-пентод
— — стеклянная 69
— — трехэлектродная (триод) 84, 102, 106, 129
Электроны вторичные 94
Электростанция радиотрансляционного узла 228
Элементы гальванические 203
Эмиссия вторичная 94
— катода 72

Якорь вибропреобразователя 219
— генератора 222
— громкоговорителя 33
— звукоусилителя 37
Ямы для опор радиотрансляционных сетей 245

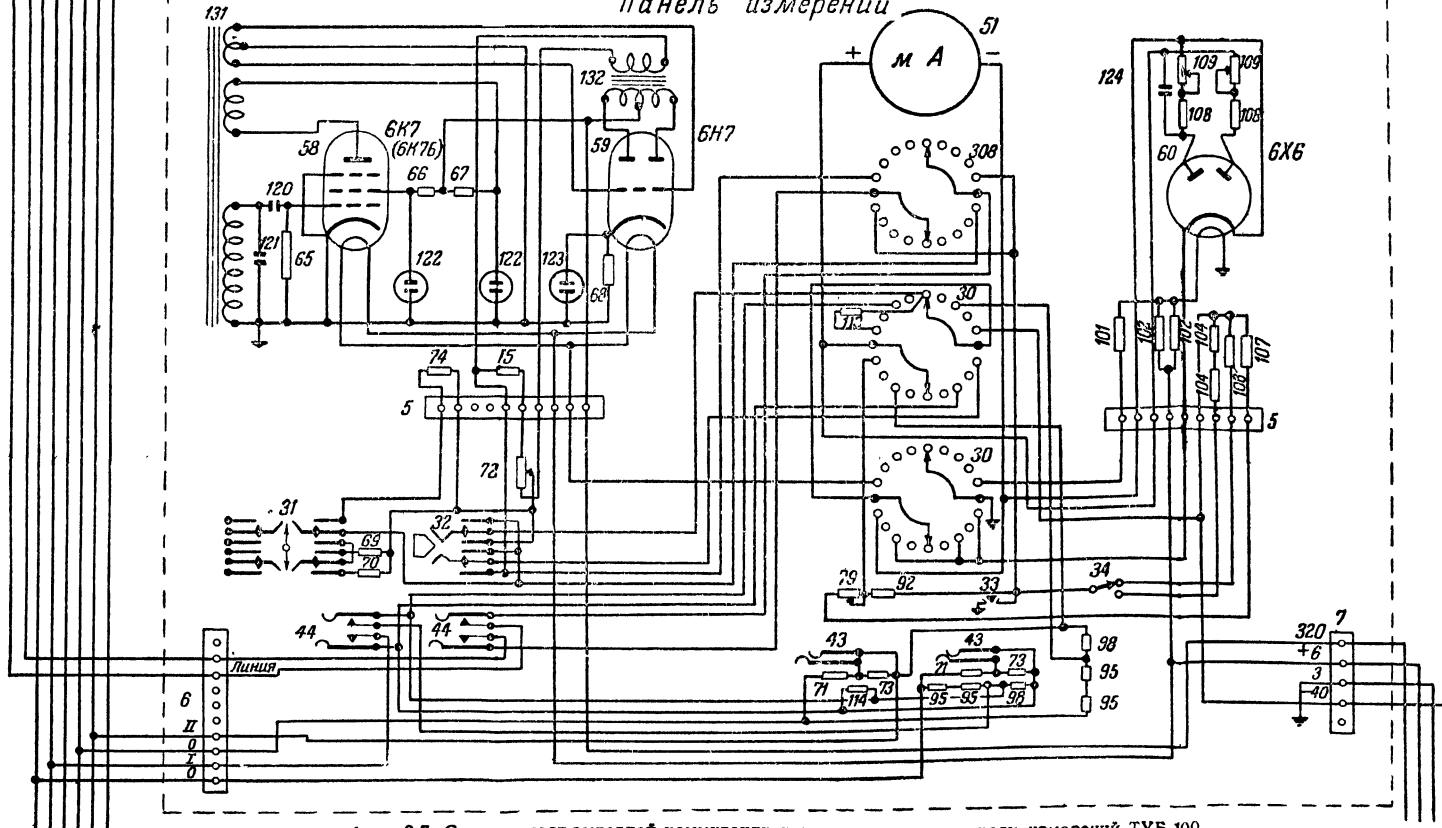


Табло студии

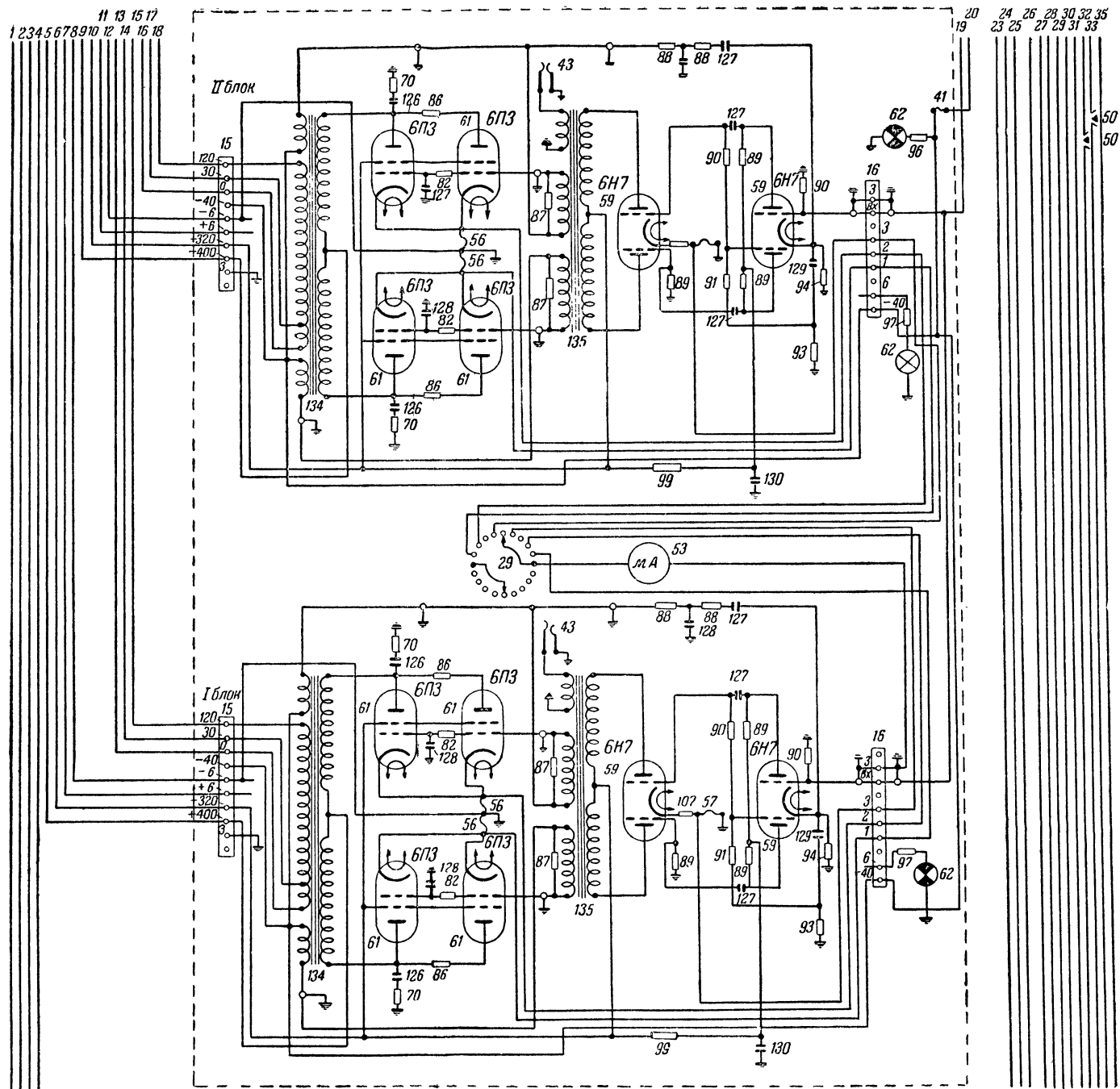
Панель выходной коммутации и линейной защиты



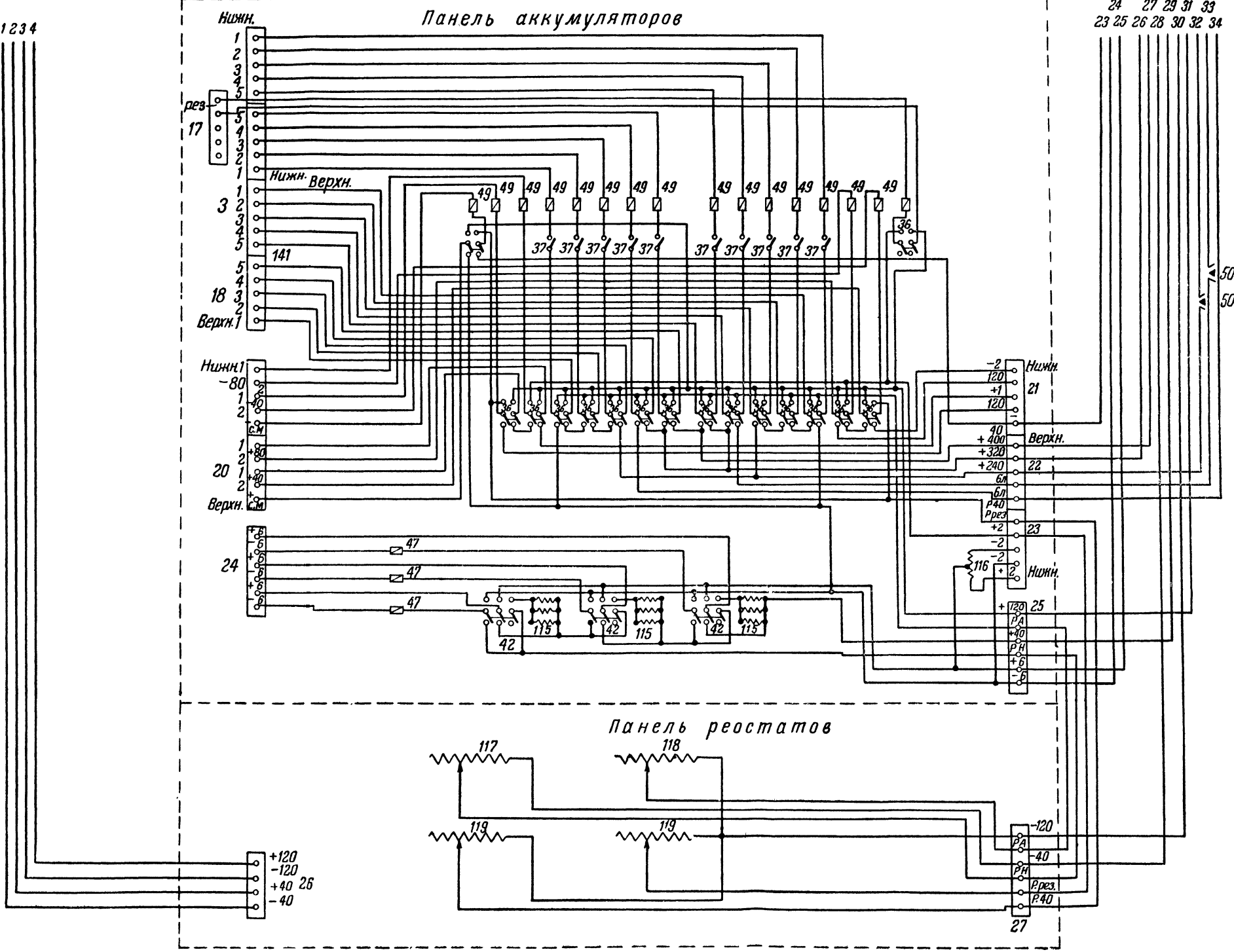
Панель измерений



Фиг. 9-7. Схема панели выходной коммутации и защиты и схема панели измерений ТУБ-100.



Фиг. 9-9. Схема панели усилителей ТУБ-100.



Фиг. 9-10 Схема панели аккумуляторов и панели реостатов ТУБ-100.

Цена 15 руб.